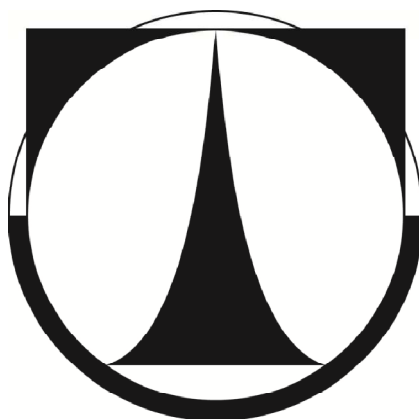


**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Liberec 2013**

**TOMÁŠ KUBEČEK**

# TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

## FAKULTA TEXTILNÍ

Studijní program: B3107 Textil

Studijní obor: 3107R004 Technologie a řízení oděvní výroby



### Identifikace mechanických parametrů plošné textilie

Identification of the mechanical parameters of fabrics

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Autor:** Tomáš Kubeček

**Vedoucí bakalářské práce:** Ing. Renáta Němčoková

**Rozsah práce:**

Počet stran: 45

Počet obrázků: 19

Počet tabulek: 13

Počet grafů: 4

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Akademický rok: 2012/2013

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Tomáš Kubeček**  
Osobní číslo: **T10000271**  
Studijní program: **B3107 Textil**  
Studijní obor: **Technologie a řízení oděvní výroby**  
Název tématu: **Identifikace mechanických parametrů plošné textilie**  
Zadávací katedra: **Katedra oděvnictví**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Zpracujte rešerši na téma mechanické vlastnosti plošných textilií.
2. Proveďte studii aplikace pružných textilních materiálů v konstrukci oděvů.
3. Stanovte experiment stanovení pružnosti textilií.
4. Diskutujte výsledky získané z experimentu z hlediska uplatnění v konstrukci oděvů.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: cca 40 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

- Kovář R., Pletení, Liberec 1997
- Filatov V.N. Navrhování pružných textilních výrobků, SNTL, 1984
- Staněk J.: Nauka o textilních materiálech. Díl I., Část 4., Vlastnosti délkových a plošných textilií. Skripta VŠST. Liberec, 1986.
- Richardson Keith, Designing And Pattern Making For Stretch Fabrics, Oxford: Blackwell Publishing 2008, ISBN 978-1-56367-479-2

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Renáta Nemčoková

Katedra oděvnictví

Datum zadání bakalářské práce:

1. listopadu 2012

Termín odevzdání bakalářské práce:

27. května 2013

  
Ing. Jana Drašarová, Ph.D.  
děkanka



  
doc. Ing. Antonín Hruška, CSc.  
vedoucí katedry

V Liberci dne 1. listopadu 2012

# PROHLÁŠENÍ

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

Datum: V Liberci dne 20. května 2013

Podpis

## PODĚKOVÁNÍ

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucí mé bakalářské práce Ing. Renátě Němčokové z Katedry oděvnictví Technické univerzity v Liberci za cenné rady, připomínky, trpělivost a ochotu při vedení mé závěrečné práce. Dále bych rád poděkoval Haně Rulcové z šicí dílny na Katedře oděvnictví za pomoc s přípravou vzorků k měření. Ještě bych rád poděkoval Ing. Michalu Chotěborovi z laboratoře fyziologického komfortu na Katedře oděvnictví a Ing. Martinu Krulovi z Katedry textilních technologií za pomoc při měření. A v neposlední řadě bych rád poděkoval své rodině za poskytnutí prostředků a podporu ve studiu.

## **Anotace**

Tato bakalářská práce je zaměřena na mechanické vlastnosti pletených výrobků a jejich vliv na navrhování oděvů z pletenin. Dále se tato práce bude snažit přiblížit velmi stručně pojmy jako je pevnost, tažnost a pružnost pletenin. Potom se tato práce bude zabývat metodami měření pevnosti, tažnosti a pružnosti pletenin samotným měřením na přístroji Testometric pro jednoosé namáhání a na přístroji Fabis pro dvouosé namáhání a vyhodnocením dat naměřených na těchto přístrojích.

### **Klíčová slova:**

Pevnost pletenin, Tažnost pletenin, Pružnost pletenin, Biaxiální namáhání, Přístroj Testometric, Přístroj Fabis

## **Annotation**

This bachelor work is focused on the mechanical properties of knitted products and their impact on the design of knitted garments. Furthermore, this work will try to approach very briefly concepts such as strength, ductility and elasticity of knitted fabrics. Then, this work will deal with methods of measuring strength, ductility and elasticity knitted actual measurement on the device Testometric for uniaxial loading and the unit Fabis for biaxial and evaluation of data measured on these devices.

### **Keyword:**

Strength of knitted fabrics, knitted fabrics elongation, flexibility knits, biaxial stress, Testometric device, device Fabis

## Seznam použitých zkratek

tzv.	takzvaných
např.	například
označ.	označení
Hs	hustota sloupků
Hř	hustota řádků
Mp	plošná hmotnost
kg	kilogram
m <sup>2</sup>	metr čtverečný
zát.	zátažná
ob.	obouliční
chyt.	chytová
pl.	pletenina
žeb.	žebrová
PL	polyester
PE	polyetylen
N	newton
kN	kilo newton
mm	milimetr
min	minuta
ČSN	česká technická norma
s	sekunda
cm	centimetr
prodl.	prodloužení
sloup.	sloupku
hPa	hekto pascal
obr.	obrázek
vp	výška postavy
oh	obvod hrudníku
šz	šířka zad
dz	délka zad
zhp	zadní hloubka podpaží



ok	obvod krku
dr	délka rukávu
op	obvod paže

# Obsah

Seznam použitých zkratk .....	8
Úvod.....	12
1 Historie pletení.....	13
2 Pleteniny .....	13
2.1 Materiály pro výrobu pletenin .....	14
2.2 Dělení pletenin .....	14
2.2.1 Zátěžné pleteniny .....	15
2.3 Vlastnosti pletenin .....	16
2.3.1 Mechanické vlastnosti pletenin.....	17
2.3.2 Pevnost.....	17
2.3.3 Tažnost.....	18
2.4 Geometrie pletenin.....	21
2.5 Deformační vlastnosti textilií.....	22
2.5.1 Rozdělení způsobu deformací textilií .....	23
2.5.2 Vlivy na deformaci pleteniny .....	24
2.5.3 Deformační modely pletenin .....	24
2.5.4 Podélná a příčná tažnost zátěžné jednolící pleteniny.....	27
2.5.5 Podélná a příčná tažnost zátěžné oboulící pleteniny .....	28
2.6 Konstrukce střihů pro oděv z pleteniny .....	29
3 Experimentální část.....	31
3.1 Charakteristika zkoušených materiálů .....	31
3.2 Měření tažnosti pletenin.....	32
3.2.1 Popis přístroje .....	32
3.2.2 Příprava vzorků k měření.....	33
3.2.3 Postup měření tažnosti .....	34
3.2.4 Vyhodnocení naměřených dat tažnosti materiálu .....	34
3.3 Měření pružnosti pletenin .....	37
3.3.1 Příprava vzorků.....	37
3.3.2 Postup měření pružnosti.....	38
3.3.3 Vyhodnocení naměřených dat pružnosti materiálu .....	40
3.4 Tažnost pletenin při působení biaxiálního namáhání .....	42
3.4.1 Měřicí zařízení .....	42
3.4.2 Příprava vzorků pro biaxiální namáhání.....	43
3.4.3 Postup měření na přístroji Fabis a uspořádání pracoviště.....	45
3.4.4 Vyhodnocování měření z přístroje Fabis .....	45
3.4.5 Maximální zatěžování materiálů na přístroji Fabis.....	47

3.5 Zpracování naměřených hodnot – zjištění přídavků pro konstrukci.....	50
3.5.1 Subjektivní metoda   vyhodnocení tlaku na mužském probandovi.....	51
4 Závěr .....	55
5 Použitá literatura .....	57
6 Seznam použitých obrázků .....	59
7 Seznam tabulek .....	60
8 Seznam grafů .....	60
9 Seznam příloh .....	61
10 Příloha.....	62



## Úvod

Výrobky z pletenin jsou v současné době čím dál více žádanějším sortimentem a to především pro jejich užité vlastnosti. Dochází k nárůstu pletených výrobků v oděvnictví, v bytovém sektoru a především u technických textilií. S větším zájmem o výrobky z pletenin souvisí i vývoj nových vláken, nových technologií na výrobu vláken, výroba nových výkonnějších pletacích strojů a případně i nových vzorů. V budoucnu postupným vývojem mohou pleteniny nahradit i materiály, které jsou dosud svými vlastnostmi před pleteninami.

V praxi je všeobecně u všech textilií velmi důležitá znalost jejich vlastností a chování v různých prostředích za různých podmínek. Pro zpracování a použití pletenin je z mého hlediska nejdůležitější znalost chování pleteniny při tahovém namáhání do různých směrů.

Předmětem této bakalářské práce je zaměřit se na mechanické vlastnosti pletenin a to především na pevnost, tažnost a pružnost. Tato práce se také bude věnovat navržením měření tažnosti a pružnosti na existujících zařízeních. První část této práce bude věnována právě teoretické části těchto vlastností. Dále se práce bude zabývat deformačními vlastnostmi textilií, způsoby deformací a vlivy na samotné deformace. V neposlední řadě bude v teoretické části okrajově věnováno konstrukci oděvu z pletenin.

Cílem experimentální části bude pokusit se nalézt v zaznamenaných grafech tažností pro jednotlivé materiály bod meze pružnosti. U nalezeného bodu si zaznamenat velikost síly, která v tomto místě působí na materiál. S ohledem na zjištěnou velikost této síly poté materiál namáhat cyklickým namáháním do velikosti právě zjištěné síly. Měření bude probíhat na dvou přístrojích v laboratorních podmínkách na Technické univerzitě v Liberci. Na přístroji Testometric, který se nachází na Katedře oděvnictví, na kterém je možné simulovat jednoosé cyklické namáhání. A potom na přístroji Fabis, který se nachází na Katedře textilních technologií, na kterém lze simulovat dvouosé cyklické namáhání. Pro měření byly vybrány tři druhy oboulíní zátažné pleteniny o různém složení. V závěru práce se pokusím zhodnotit, jak by šlo naměřené hodnoty uplatnit při konstruování oděvů.



## **1 Historie pletení**

Pleteniny jsou vyrobené z vlny, hedvábí a jiných textilních vláken, které podléhají rychlé zkáze i za optimálních podmínek. Pletací jehlice jsou v zásadě nabroušené hole a je těžké identifikovat, jestli se jedná právě o ně. Z tohoto důvodu je historie pletení z velké části tajemstvím, a lze ji jen obtížně odhadovat z dochovaných fragmentů v muzeích po celém světě.

Z jazykových důkazů vyplývá, že pletení je poměrně nedávný vynález. Počátky pletařství se datují až od začátku našeho letopočtu. První zmínky o pletení v Evropě se objevují až ve 13. století ve Španělsku. Do 16 až 17. Století se pletařství šířilo velmi pomalu. Až v těchto letech došlo k rozšíření řemeslnické výroby a vznik cechů ve Francii a Německu. K velkému pokroku došlo roku 1589, kdy anglický pastor Wiliam Leeh vynalezl ruční pletařský stávek. Díky němu se pletařská výroba urychlila až desetinásobně. První pletárna u nás byla punčochárna při oseckém klášteře, založená roku 1697. K největšímu rozmachu pletařské výroby došlo až v 19. století, kdy byli vynalezeny téměř všechny principy pletacích strojů [1].

V dnešní době jsou pletařské stroje na vysoké technické úrovni. Zlepšilo se využití strojů, produkce strojů je několikanásobně vyšší a stále se zvyšuje. Byly objeveny nové principy vzorování a vazební možnosti, dané využíváním elektroniky. V současnosti se zlepšuje jakost pletenin, rozšiřuje se sortiment s pleteninami a jejich použití [1].

## **2 Pleteniny**

*„Pletenina je plošný textilní útvar, který vzniká provázáním jedné, nebo více nití formou oček.“ [7].*

## 2.1 Materiály pro výrobu pletenin

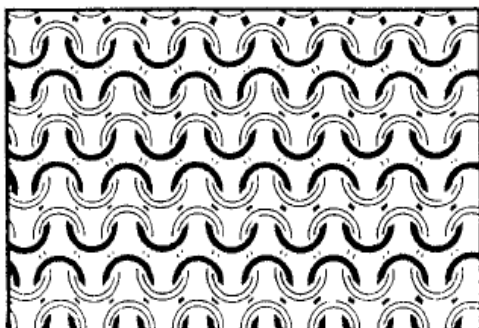
K výrobě pletenin se používají příze z přírodních a chemických vláken. Vyrábějí se jak nitě jednoduché, tak skané, družené i nitě složitějších konstrukcí. Lze použít nitě stejné, nebo různé, které se liší materiálem, strukturou, jemností, barvou, atd. Jednoduché příze se zhotovují z jednoho druhu vláken, nebo ze směsi dvou a více vláken. Stejněměrné tloušťky a zvětšení tloušťky dosáhneme skáním, či případně družením. Lze vytvořit i nitě, u kterých se při předení, skaní a nebo úpravě vytvoří barevný efekt, který dodá textilií zvláštní charakter. Tyto nitě potom tvoří zvláštní skupinu tzv. efektních nití [2].

## 2.2 Dělení pletenin

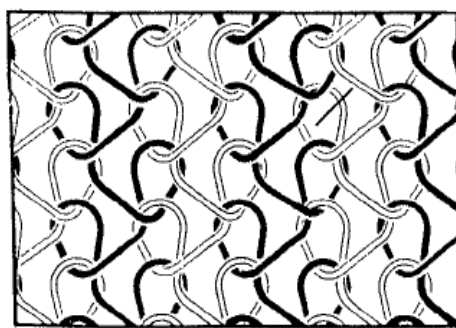
Pleteniny se dle výrobní technologie dělí do dvou základních skupin – na pleteniny zátažné a osnovní.

Zátažná pletenina viz Obrázek 1 je vyrobena z příčného kladení soustavy nití – „útku“. Nitě útku prochází pleteninou ve směru řádku. Celá pletenina, případně řádek pleteniny může být zhotoven z jedné nitě. Zátažná pletenina se zhotovuje buď ručně za pomoci jehlic, případně strojově na zátažných pletacích strojích.

Osnovní pletenina viz Obrázek 2 je zhotovena z podélného kladení soustavy nití – „osnovy“. Osnovní nitě prochází pleteninou ve směru sloupků. Každé očko v pletenině je zhotoveno ze samostatné nitě. Osnovní pletenina se zhotovuje na osnovních pletařských strojích [2].



Obrázek 1 Zátažná pletenina [2]



Obrázek 2 Osnovní pletenina [2]



Dle druhu vazby se zátažné pleteniny dále dělí na:

- zátažné jednolícní pleteniny – pletenina obsahuje jen jeden druh oček
- zátažné oboulícní pleteniny – pletenina obsahuje lícní i rubní sloupky
- zátažné obourubní pleteniny – pletenina obsahuje sloupky s lícními i rubními očky
- zátažné interlokové pleteniny – pletenina vznikne provázáním dvou úpletů

Dle druhu vazby se osnovní pleteniny dále dělí na:

- osnovní jednolícní pleteniny – pletenina obsahuje jen jeden druh oček
- osnovní oboulícní pleteniny – pletenina obsahuje lícní i rubní sloupky

Charakteristickým znakem každé textilie je vazba. Vazba udává vnitřní strukturu textilie a určuje její vzhled a vlastnosti. Jak u zátažných tak i u osnovních pletenin existuje tzv. nejjednodušší vazba. Jedná se o vazbu s minimální střídou, neboli základní vazbu a u zátažných pleten, též často nazývaná hladká s dalšími jejími odvozeninami. Vazební a vzorovací prvky a kombinace těchto prvků, vazbu jednoznačně popisují. Případně charakterizují vzhled vazby a jeho vytvoření [2].

## 2.2.1 Zátažné pleteniny

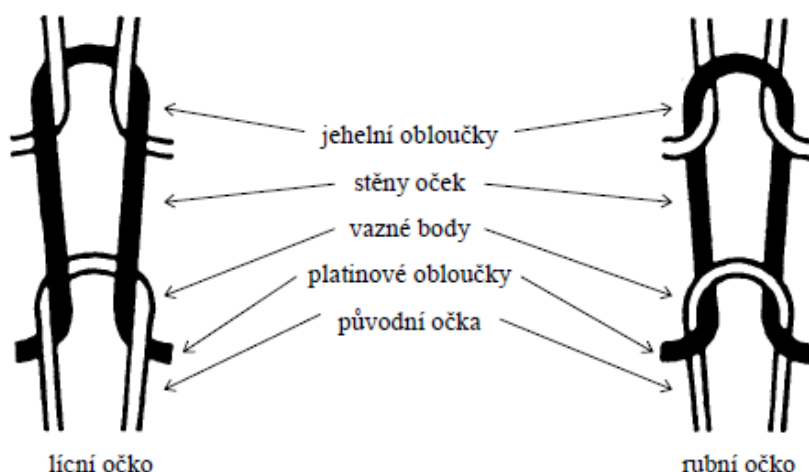
Zátažné pleteniny se vytvoří jednou vodorovnou soustavou nití. Soustava nití vytváří řadu smyček či kliček, které se vzájemně provazují a vážou. Zátažné pleteniny jsou dobře páratelné, alespoň z jedné strany. Jednolícní a interlokové zátažné pleteniny jsou dobře páratelné z obou konců.

Název zátažných pletenin je odvozen od pracovního úkonu zatahování, což je tvoření kliček mezi jehlami na pletacích strojích.

Zátažná pleteniny se od osnovních pletenin zcela liší odlišnou strukturou, charakterem mechanicko-fyzikálních vlastností a odlišným způsobem tvorby vazby.

Základním vazebním prvkem všech pletenin je očko. U zátažných pletenin rozeznáváme dva druhy oček - očka lícní a rubní. Oba tyto dva typy jsou na Obrázku 3,

kde jsou popsány i jednotlivé části oček. Vzájemné provázání a tvar oček dávají pletenině určité vlastnosti, jimiž se pletenina odlišuje od ostatních textilií. Dle střídání rubních a lícních oček, můžeme pleteniny dále rozdělit na jednolícni, oboulícni a obourubní. Řádek je vytvořen provázáním oček ve vodorovném směru a sloupek je vytvořen provázáním oček v příčném směru. Řádky a sloupky udávají pletenině určité vlastnosti a v různých směrech se tyto vlastnosti mění [3].



Obrázek 3 Části oček [1]

## 2.3 Vlastnosti pletenin

Vlastnosti, které charakterizují pleteninu, jsou dány především strukturou a materiálem z níž je pletenina zhotovena. Pleteniny se vyznačují počtem vynikajících vlastností. Nejvýznamnější vlastností klasických pletenin je tažnost. Tažnost pleteniny je ovlivněna tvarem oka. Další typické vlastnosti pleteniny jsou pružnost a měkkost. Tyto vlastnosti zajišťují příjemné nošení a volnost pohybu. Díky těmto vlastnostem je též poměrně lehké navrhnout stříhové řešení pletených výrobků. Pletenina se též vyznačuje dobrými hygienickými vlastnostmi, dobrou prodyšností a nasákavostí. Tyto vlastnosti pletenině udává volná vazební struktura a nízký zákrut pletařských nití. Díky poréznosti pleteniny při určité tloušťce vyznačuje pletenina dobré hřejivé vlastnosti. Při výrobě pletenin lze i použít málo navlhavá syntetická vlákna, která svými vlastnostmi jsou vhodná pro výrobu prádla. Pletené výrobky však mají v porovnání s odpovídající tkaninou větší plošnou hmotnost [2].





Zde je přehled nejdůležitějších užitečných vlastností pletenin:

- tažnost
- pružnost
- mačkovost
- splývavost
- stáčivost
- ztrhávost
- paratelnost
- savost
- prodyšnost
- pevnost ve švu

## 2.3.1 Mechanické vlastnosti pletenin

Mechanické vlastnosti materiálu jsou závislé na působení vnějších mechanických sil. Mechanické namáhání textilií, zejména u hotových oděvních výrobků probíhá jen v oblasti malých deformací. V praxi málo kdy dochází k tak velkému namáhání, které by mohlo způsobit až porušení textilie [4].

Charakteristickým znakem pleteniny je očko. Tvar oka a způsob jejich provázání udávají pletenině jisté vlastnosti a to především tažnost a pevnost.

## 2.3.2 Pevnost

U pletenin vyrobených pro oděvní účely, nemá pevnost nikterak zásadní význam. Tyto pleteniny jsou totiž jen málo kdy namáhány až na mez pevnosti. K poškození těchto pletenin dojde nejčastěji jiným způsobem než přetržením. Důležité sledovat pevnost je u pletenin, které se používají pro technické účely [3].

*„Pevnost pleteniny je dána zatížením ( $N$ ), potřebným k přetržení daného vzorku přepočtem na jednotky SI.“ [3].*

Díky tomuto výsledku se může změnit konečná konstrukce pleteniny. Jednolící řádky pleteniny jsou méně tažné, než řádky oboulící. Tím pádem, budeme-li mít např. pleteninu, kde se střídají jednolící a oboulícími řádky, můžeme v celku s jistotou říci, že se dříve přetrhnou jednolící řádky. A oproti nim budou oboulící řádky přenášet jen malé zanedbatelné napětí. Velice obtížné by bylo odhadnout pevnost u pleteniny, kde by se střídaly řádky z oček, chytových kliček a podložených kliček [3].

Pro výpočet pevnosti pleteniny lze použít následující vzorec:

$$F_p = H_x \cdot F_n \cdot K_{vz} \cdot K_{vp} \quad (2.3.1.1)$$

kde je:

$F_p$	pevnost pleteniny
$H_x$	hustota řádku nebo sloupků, záleží na směru namáhání
$F_n$	průměrná pevnost nitě
$K_{vz}$	koeficient vazby
$K_{vp}$	koeficient využití pevnosti

Koeficient vazby udává počet nití, které přenášejí zatížení na jednotku hustoty. Například pro zátažnou jednolící hladkou pleteninu je  $K_{vz}$  ve směru namáhání sloupků rovno 2, jelikož sílu přenášejí dvě stěny oka. Pro namáhání ve směru řádků bude  $K_{vz}$  rovno 1. Koeficient využití pevnosti ovlivňuje výpočet z důvodu, že nelze využít pevnost všech nití. Jelikož nitě jsou nestejněměrné (dojde k přetrhu v nejslabším místě), v nestejněměrné textilií dochází k nerovnoměrnému namáhání a některá místa jsou více namáhána. Pro pleteniny je  $K_{vp} < 1$ , nejčastěji se volí hodnota 0,5 [5].

## 2.3.3 Tažnost

Tažnost je brána za nejdůležitější vlastnost pleteniny a má velký vliv na použitelnost budoucích výrobků.

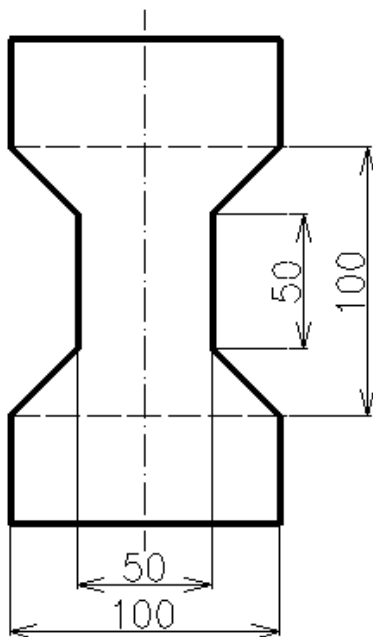
*„Tažnost je definována jako schopnost materiálu měnit svůj tvar vlivem vnějších zatěžujících sil ve směru jejich působení.“* [3].

U zátažných pletenin je obecně známo, že může dojít k velkým rozměrovým změnám a taktéž jejich tažnost je velmi velká. Z praxe je již známo, že oboulící vazby

mají velkou příčnou tažnost a oproti tomu obourubní dosahují velké tažnosti v podélném směru.

Z praktických důvodů, kdy při měření pevnosti a tažnosti pletenin docházelo nejčastěji k přetrhům v čelistech stroje, mají dnes zkušební vzorky rozměry a tvar viz Obrázek 4. K přetrhům v čelistech stroje docházelo z důvodu velkých kontrakcí pleteniny v kolmém směru na zatížení. Proto byly zkresleny výsledky celého měření pevnosti a tažnosti pletenin. Zkušební vzorek je upínán bez předpětí mezi čelisti ve vzdálenosti 100 mm a jeho prostřední část je zúžená, aby se předešlo přetrhu v čelistech.

U pletenin se často stává, že se pletenina v podélném stavu protáhne na dvojnásobek a v příčném směru se zúží až na čtvrtinu původní šířky. Z toho vyplývá, že se plocha pletenin tahovým namáháním často ještě zmenší [3].



Obrázek 4 Tvar vzorku s definovanými rozměry v milimetrech pro zkoušení tažnosti a tržné síly

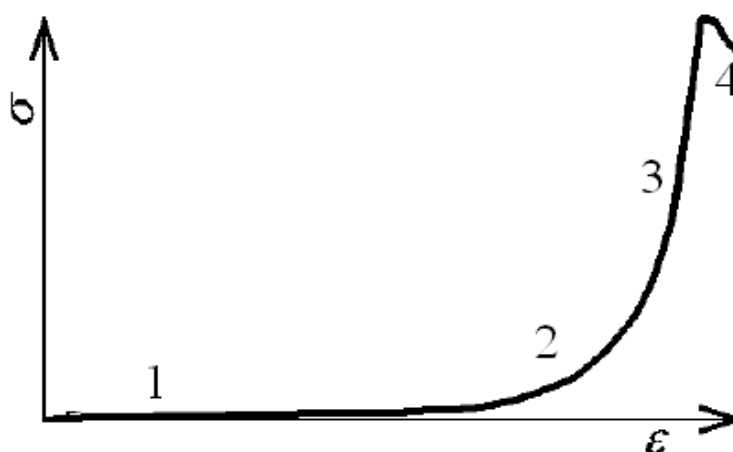
Směrová tažnost sloupků a řádků je pomocí matematického vztahu vyjádřena takto:

$$\varepsilon = \frac{l_p - l_o}{l_o} \cdot 100 \quad (2.3.1.2)$$

kde je:  $\varepsilon$  tažnost textilie [%]  
 $l_p$  délka vzorku při přetrhu [m]  
 $l_o$  původní upínací délka vzorku [m]

Dosadíme li do vzorce pro výpočet tažnosti původní upínací délku vzorku a délku vzorku při přetrhu v milimetrech, vyjde nám výsledná číselná hodnota pro tažnost v (%) stejná.

Obecně lze pevnost a tažnost nejlépe popsat pomocí deformační křivky, viz Obrázek 5. Křivka nám vykazuje závislost napětí na deformaci. Deformační křivka uvedená na obrázku se skládá ze 4 částí. V prvním úseku dochází ke značné deformaci pleteniny a to již při působení malého napětí. Taktéž dochází k posuvu geometrie osy nitě a nitě se ve vazných bodech navzájem posouvají. V druhé části křivky je již deformován průřez nitě. V další části již moc ke geometrickým změnám vlákna nedochází a projeví se zde tažnost vláken (nitě). V poslední části křivky dojde již k přetržení vzorku pleteniny [6].



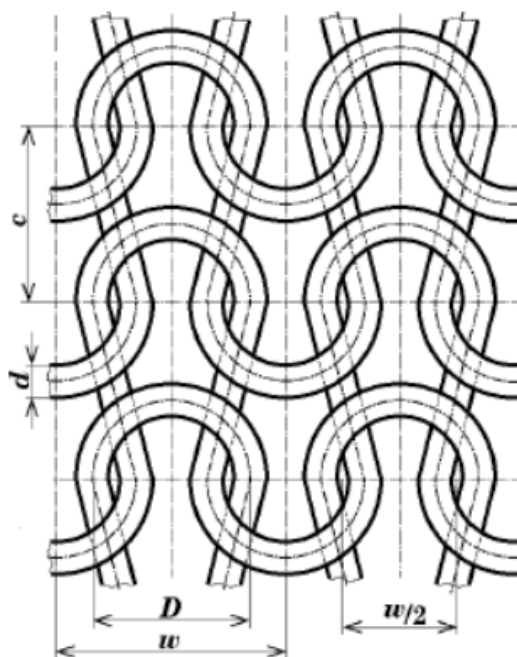
Obrázek 5 Deformační křivka pleteniny [6]

kde  $\varepsilon$  [%] deformace pleteniny  
 $\sigma$  [%] napětí pleteniny

## 2.4 Geometrie pletenin

Každé očko v pletenině se chová jinak a vyznačuje se vlastní geometrií. Geometrii, obzvláště u pletenin, není jednoduché popsat a tak se k popisu pletenin používá tzv. geometrických modelů. Modely plošných textilií, hlavně pletenin, jsou však zatím velmi nedokonalé. I modely samotných oček jsou prozatím jen velmi zjednodušené. Často vytvořené jednoduché modely jsou stejně přesné jako modely složitě vypracované. Přesnost geometrických modelů je ovlivněna průměrem nitě, hustotou pleteniny a charakterem nitě [6].

U pletenin se kvůli své jednoduchosti používá často model profesora Dalidoviče, viz Obrázek 6. Dalidovičův model předpokládá kruhový průřez nitě, obloučky uvažuje jako půlkružnice a stěny oka jako úsečky. Zanedbává vlastnosti nitě, působení momentů, sil a tření. Tento model je nejvhodnější pro pleteniny s průměrnou hustotou oček [7].



Obrázek 6 Dalidovičův model [7]

Z předpokladů profesora Dalidoviče vyplývá tato rovnice:

$$l = \pi\left(\frac{1}{2}w + d\right) + 2c \quad (2.4.1)$$

kde je:	l	délka nitě v očku [mm]
	d	průměr nitě [mm]
	w	rozteč sloupků [mm]
	c	rozteč řádků [mm]
	D	průměr obloučků [mm]

$$D = \frac{w}{2} + d \quad (2.4.2)$$

Ze vztahu (2.4.1) lze vyjádřit rozteč sloupků a řádků:

$$w = \frac{2}{\pi}(l - \pi d - 2c) \quad (2.4.3)$$

$$c = \frac{1}{2}\left(l - \frac{\pi}{2}w - \pi d\right) \quad (2.4.4)$$

## 2.5 Deformační vlastnosti textilií

Deformační vlastnosti textilií jsou natolik důležité, že je nelze přehlédnout. Textilie se deformuje a mění svůj tvar při různých druzích namáhání nebo díky působení různých sil na samotnou textilií.

### 2.5.1 Rozdělení způsobu deformací textilií

- 1) Tahová – při jednom zatížení  
- při dvouosém zatížení (biaxiálním)
- 2) Ohybová- působení ohybového momentu  
- vzpěr
- 3) Smyková
- 4) Příčné stlačení

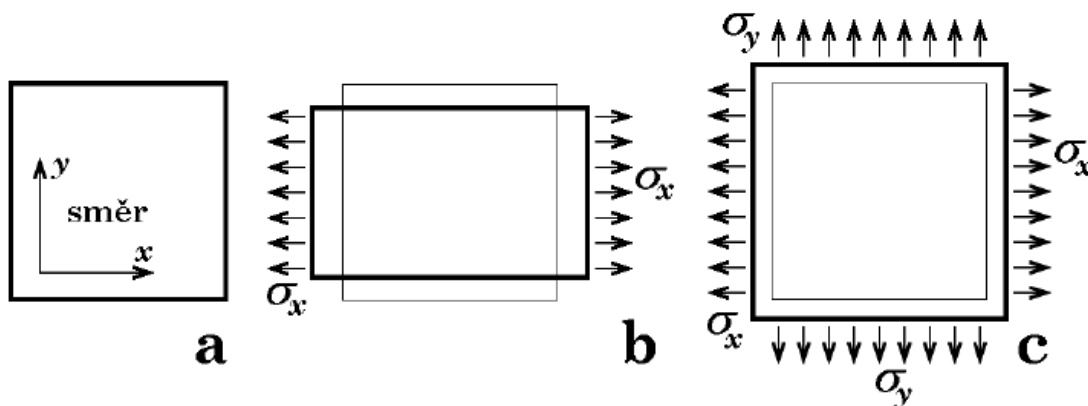
#### Rovinná a prostorová deformace textilií

Působíme-li na textilií různými silovými účinky, uvedenými v předešlém odstavci, může dojít k prostorové nebo rovinné deformaci textilie. Vezmeme-li si třeba vzorek textilie o rozměrech  $S_x$  a  $S_y$  a budeme ho zatěžovat jednoosým zatížením, tak i v tomto případě se mění oba rozměry textilie. Změnu rozměrů textilie v tomto případě můžeme definovat pomocí matematického vzorce takto:

$$\varepsilon_x = \frac{S_x + \Delta_x}{S_x} \quad \varepsilon_y = \frac{S_y + \Delta_y}{S_y} \quad (2.5.1)$$

Kde  $x$  může být směr útků nebo řádků a  $y$  může být směr osnovy nebo sloupků, viz Obrázek 7a,b. Potom  $\Delta_x$  by bylo prodloužení ve směru  $x$  a  $\Delta_y$  by bylo zkrácení ve směru  $y$  nebo naopak [6].

U oděvních a technických textilií však i často dochází k deformování ve dvou směrech, k tzv. biaxiálnímu deformování, viz Obrázek 7c. Dochází k tomu například u oděvních textilií v oblasti loktů a kolen. Nesmíme zapomenout, že k dvouosému namáhání dochází už při samotném tkaní a pletení. Zjednodušené pro výpočet to je třeba u oceli nebo podobných materiálů, kde platí zobecněný Hookův zákon. U textilií je to však mnohdy složitější a pro výpočet se nemůže použít zobecněný Hookův zákon. Zvláštním příkladem tohoto namáhání může být prodlužování textilie jen v jednom směru, kdy si druhý rozměr textilie ponechá původní rozměr. Aby došlo k tomuto příkladu je zapotřebí určitého napětí [6].



Obrázek 7 Formy rovinné deformace [6]

### 2.5.2 Vlivy na deformaci pleteniny

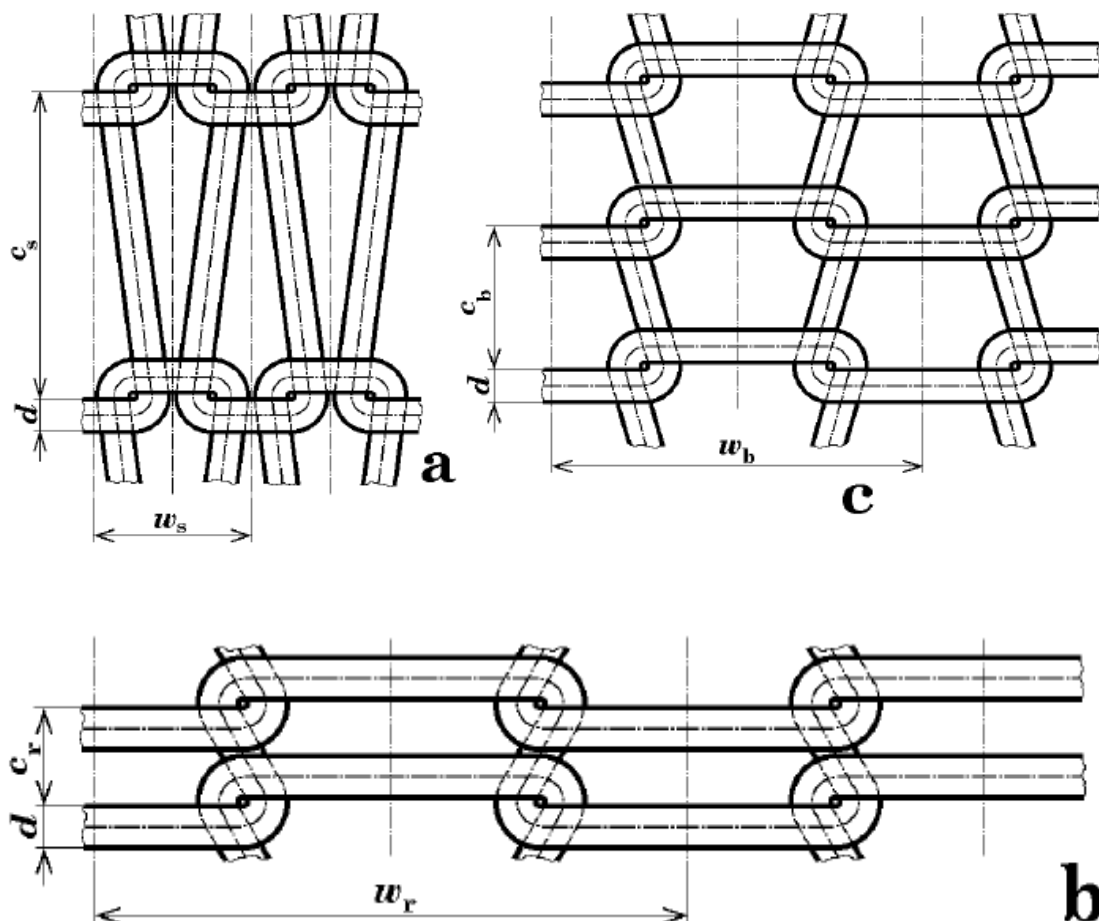
Zátěžné pleteniny jsou různě deformovány. Vlivy, které výrazně ovlivňují deformaci pleteniny, jsou zejména:

- použitý materiál
- použitý stroj
- vlastnosti pleteniny
- vnější podmínky

### 2.5.3 Deformační modely pletenin

Poměrně snadné je modelové určení tažnosti pletenin. Pro stanovení tažnosti vycházíme z modelu maximálně deformované pleteniny, viz Obrázek 8. Na Obrázku 8a je zobrazena maximální podélná deformace, na Obrázku 8b je zobrazena maximální příčná deformace a na Obrázku 8c je biaxiální deformace pleteniny. Zatížíme-li pleteninu v hlavních směrech, potom se změní rozteč sloupků z  $w$  na  $w_r$  a rozteč řádků z  $c$  na  $c_s$ . Kde  $w_r$  je maximální deformace ve směru sloupků a  $c_s$  maximální deformace ve směru řádků [6].





Obrázek 8 Maximální deformace pleteniny [6]

Pro výpočet směrové tažnosti lze použít těchto vzorců:

$$\varepsilon_s = \frac{c_s - c}{c} \quad \text{nebo} \quad \varepsilon_r = \frac{w_r - w}{w} \quad (2.5.3.1)$$

Kde je:

- $\varepsilon_s$  tažnost pleteniny ve směru řádků
- $\varepsilon_r$  tažnost pleteniny ve směru sloupků
- $c$  rozteč sloupků [mm]
- $w$  rozteč řádků [mm]

Při namáhání pleteniny na tah se nemění jen rozteč řádků a sloupků, ale také můžeme předpokládat, že se prodlouží délka nitě  $l$  o tažnost na  $l'$ . Změna délky nitě zapříčiní i změnu průřezu nitě  $d$ , který se změní na efektní průměr  $d_{ef}$ . Určení efektního

průměru nitě u modelu maximální deformace při zatížení, bývá často problém. Ale lze u tohoto modelu předpokládat, že v době přetrhu pleteniny budou mít volné úseky tvar přímky a vazné body budou mít tvar půl zákrutu dvou nití. Namáháme-li pleteninu až do maximálního stavu deformace, než dojde k přetržení, je také i namáhána nit' do maximálního stavu deformace a efektní průměr nitě dosahuje jen velmi malých hodnot [6].

Z těchto úvah vyházejí vztahy:

$$l' = 2(c_s - d_{ef}) + 2d_{ef} + 4.2,22.d_{ef} \Rightarrow c_s = \frac{1}{2}l' - 4,44d_{ef} \quad (2.5.3.2)$$

$$l' = 2d_{ef} + w_r - d_{ef} + 4.1,81.d_{ef} \Rightarrow w_r = l' - 8,24d_{ef} \quad (2.5.3.3)$$

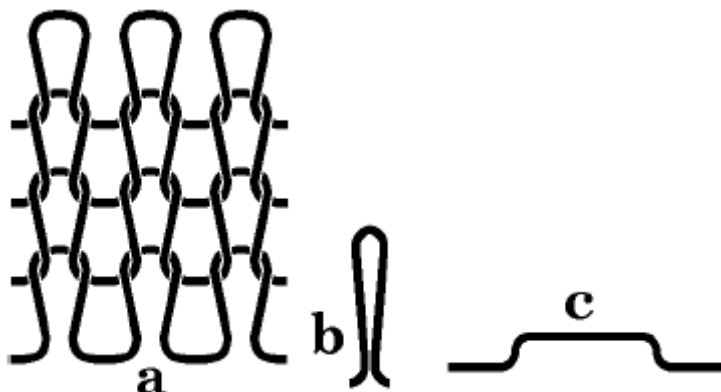
Kde je:

$l'$	délka nitě v očku při maximální deformaci [mm]
$c_s$	rozteč řádků při maximální deformaci [mm]
$w_r$	rozteč sloupků při maximální deformaci [mm]
$d_{ef}$	průměr nitě při maximální deformaci- efektní průměr nitě [mm]

Dosadíme-li  $c_s$  a  $w_r$  do vzorce (2.5.3.1), dostaneme tažnost maximálně deformované pleteniny ve směru řádků a sloupků:

$$\varepsilon_s = \frac{\frac{1}{2}l' - 4,44d_{ef} - c}{c} \quad \text{nebo} \quad \varepsilon_r = \frac{l' - 8,24d_{ef} - w}{w} \quad (2.5.3.4)$$

#### 2.5.4 Podélná a příčná tažnost zátažné jednolící pleteniny



Obrázek 9 Zátažná jednolící hladká pletenina [5]

Zátažná jednolící pletenina, viz Obrázek 9a, vykazuje větší příčnou tažnost nežli tažnost podélnou.

##### Podélná tažnost

Při podélné tažnosti této pleteniny zůstávají vedle sebe dvě nitě, viz Obrázek 9b. Z tohoto důvodu bude prodloužení této pleteniny v podélném směru asi dvakrát menší [5].

Pro výpočet podélné tažnosti této pleteniny použijeme vzorec (2.5.3.1) do kterého dosadíme vztahy (2.4.4) a (2.5.3.2) a dostaneme výsledný vzorec:

$$\varepsilon_s = \frac{2\left(\frac{1}{2}l' - 4,44d_{ef}\right)}{l - \frac{\pi}{2}w - \pi d} - l \quad (2.5.4.1)$$

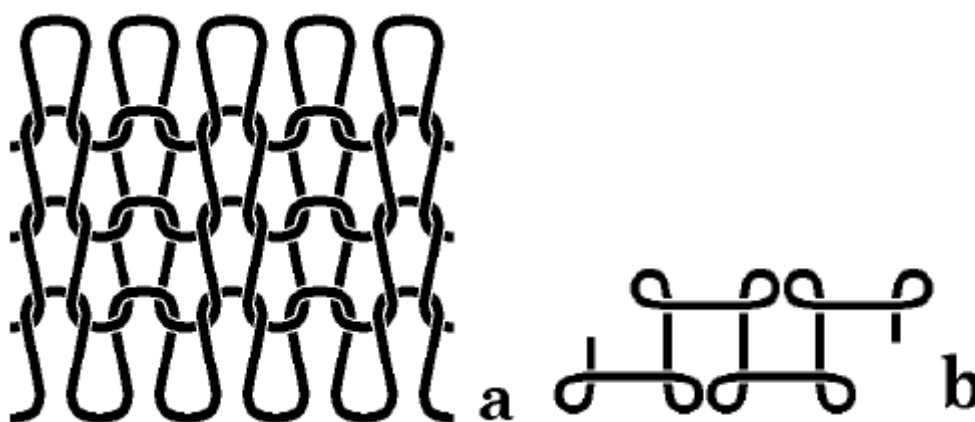
##### Příčná tažnost

Příčná tažnost jednolící zátažné pleteniny je větší než tažnost podélná, to je již patrné z Obrázku 9c. Při této deformaci se do příčného směru přemístí dvě stěny oka a většina délky nitě se položí do směru deformace [5].

Pro výpočet příčné tažnosti této pleteniny použijeme vzorec (2.5.3.1) do kterého dosadíme vztahy (2.4.3) a (2.5.3.3) a dostaneme výsledný vzorec:

$$\varepsilon_r = \frac{\pi(l' - 8,24d_{ef})}{2(l - \pi d - 2c)} - l \quad (2.5.4.2)$$

### 2.5.5 Podélná a příčná tažnost zátažné oboulíční pleteniny



Obrázek 10 Zátažná oboulíční hladká pletenina[5]

V zátažné oboulíční pletenině se pravidelně střídají lícní a rubní sloupky, viz Obrázek 10a. Z Obrázku 10b, kde je vidět řádek této pleteniny shora, je patrné, že vlivem elastické nitě a způsobem pletení se budou rubní a lícní sloupky částečně překrývat [5].

#### Podélná tažnost

Na podélnou tažnost této pleteniny nemá vliv zprohýbání řádků a bude mít podélnou tažnost obdobnou jako jednolící pletenina. Pro výpočet použijeme vzorec (2.5.3.1) do kterého dosadíme vztahy (2.4.4) a (2.5.3.2) a dostaneme výsledný vzorec:

$$\varepsilon_s = \frac{2\left(\frac{1}{2}l' - 4,44d_{ef}\right)}{l - \frac{\pi}{2}w - \pi d} - l \quad (2.5.5.1)$$

### Příčná tažnost

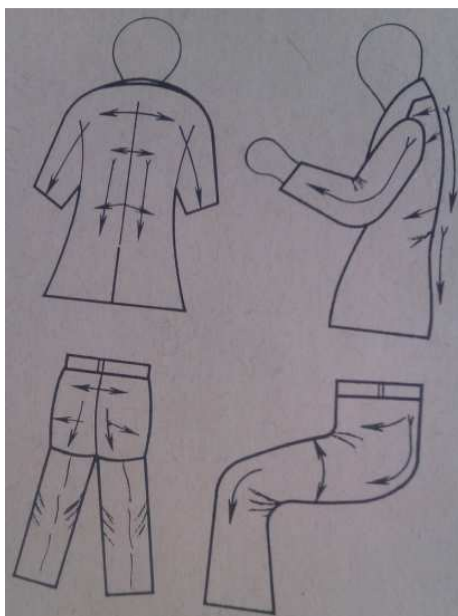
Zátěžná oboulící pletenina nemá jako celek tendenci ke stáčení. Stáčení se projeví až díky zprohýbání řádků. Zprohýbání řádků má za následek až dvojnásobné zvětšení příčné tažnosti této pleteniny, oproti hladké jednolící zátěžné pletenině [5].

Pro výpočet použijeme vzorec (2.5.3.1) do kterého dosadíme vztahy (2.4.3) a (2.5.3.3) a dostaneme výsledný vzorec:

$$\varepsilon_r = \frac{\pi(l' - 8,24d_{ef})}{2(l - \pi d - 2c)} - l \quad (2.5.5.2)$$

## 2.6 Konstrukce střihů pro oděv z pleteniny

Výrobky určené pro běžné denní nošení a sportovní účely jsou nejvíce vyráběné výrobky s obsahem elastomerových nití. Dle způsobu výroby se tyto výrobky zhotovují z tkanin nebo pletenin. Při navrhování těchto výrobků z tkanin či pletenin se vychází z hodnoty roztažnosti výrobku při jeho užívání. Na Obrázku 11 jsou oblasti výrobků s vyznačeným směrem protažení při jeho použití. Hodnoty protažení v oblasti ramen jsou uváděny 13 až 16%, v oblasti zad 25 až 30% a v oblasti kolen a loktů 35 až 45%.



Obrázek 11 Oblasti výrobků s vyznačením směru protažení při nošení [8]



S ohledem na pružnost a pevnost materiálu lze rozdělit textilie pro běžné denní nošení a sportovní oblečení na komfortní, kompenzační a kompresní.

Komfortní výrobky bývají nejčastěji tažné v rozsahu od 15 do 30%. Výrobky s touto tažností jsou pohodlné při nošení. Jsou také dobře přiléhavé k tělu a tím zvýrazní částečně tvary lidského těla, ale zároveň na člověka nepůsobí téměř žádným tlakem. Tlak je natolik malý, že je zanedbatelný. Textilie použité v této skupině mají nejčastěji ve svém složení 2 až 5% elastomerových nití. Obsah elastomerových nití, může být i jiný. Záleží na složení textilie.

Kompenzační výrobky bývají nejčastěji tažné od 30 do 50%. Výrobky z tohoto materiálu umožňují člověku volnost pohybu a zároveň dobře tvarují lidské tělo. Do této skupiny patří sportovní výrobky s průměrnou tažností elastomerových nití. Pro sportovní výrobky se používají textilie identické s materiály pro běžné denní nošení, avšak nejčastěji s roztažností v obou směrech, tzv. biaxiální namáhání. Proto při navrhování sportovních výrobků je zapotřebí si určit, v jakém směru vyžadujeme větší tažnost materiálu a v jakém směru se dá tažnost téměř zanedbat. To znamená, jestli požadujeme větší roztažnost materiálu po obvodu nebo do délky.

Kompresní výrobky se vyznačují tažností vyšší nežli 50%. Výrobky s touto tažností mají za úkol držet požadovaný tvar těla a působit na tělo přiměřeným tlakem. Do této skupiny patří například korzetové výrobky. Pro tyto výrobky se používají textilie nejčastěji s tažností v příčném směru [8].

Při navrhování konstrukce z tkaniny nebo pleteniny je největší rozdíl v přídavicích. Jak již bylo dříve zmíněno, tkaniny se vykazují menší tažností nežli pleteniny. A z tohoto důvodu se budou lišit i přídavky při navrhování konstrukcí pro budoucí výrobky. U tkaných textilií se jedná o tzv. přídavky na volnost. Tyto přídavky umožní u hotových výrobků dostatečnou volnost a pohodlí při pohybu. Pro pleteniny se tyto přídavky dávají do záporných hodnot kvůli jejich pružnosti. Dalo by se říci, že o kolik procent se nám materiál prodlouží, tak o takovou hodnotu by se měl výrobek z pleteniny zmenšit, aby nositeli dobře padl. Prodloužení materiálu se zjistí pomocí laboratorních zkoušek, třeba na trhacím přístroji. Při zjišťování tažnosti materiálu se musí brát i v úvahu tlak, který



bude působit na člověka při užívání oděvu. Zmenší li se střih o vyšší hodnotu, nežli je tažnost za optimálního tlaku, bude hrozit, že takto zhotovený výrobek bude pro nositele nepohodlný. Bude na člověka již působit nepříjemným tlakem. Takto zhotovený výrobek by se potom zařadil do kategorie kompresních oděvů a člověku by mohli při jeho užívání hrozit i zdravotní potíže. Při navrhování střihů se také musí brát v potaz směr působení namáhání [9].

### **3 Experimentální část**

Cílem experimentální části bylo navržení možnosti měření tažnosti a pružnosti na existujících zařízeních a zjištění tažnosti a pružnosti vybraných druhů pletenin. S ohledem na naměřené výsledky upravit konstrukční přídatky pro konstrukci pánského trika. Tažnost a pružnost pletenin byla měřena pomocí dvou přístrojů:

- Trhací přístroj Testometric model M350-5CT
- Přípravek pro biaxiální zatěžování Fabis

Veškerá měření byla provedena v laboratořích Technické univerzity v Liberci dle stanovených norem pro přípravu, klimatizaci a měření vzorků. Měření na trhacím přístroji Testometric bylo provedeno na katedře oděvnictví a měření na přípravku pro biaxiální zatěžování, bylo provedeno na katedře textilních technologií.

#### **3.1 Charakteristika zkoušených materiálů**

Materiály pro měření pochází z firmy SINTEX a.s. Pro měření byly použity tři druhy pletených materiálů o různém obsahu polyesterových vláken. Přesnější charakteristika použitých materiálů je uvedena v tabulce 1. Použité materiály jsou přiloženy v příloze 13.

Tabulka 1 Charakteristika materiálů

Označ.	Vazba	Materiálové složení			Hs na 10cm	Hř na 10cm	Mp [kg/m <sup>2</sup> ]
<b>DTC229</b>	Zát. ob. chyt. pl.	52% PL Thermolite	42% PE micro	6% Lycra	120	190	0,210
<b>DOC841</b>	Zát. ob. chyt. pl.	100% PL Coolmax fresh			160	230	0,145
<b>FSC247</b>	Zát. ob. žeb. pl.	62% PL Coolmax fresh	32% PE micro	6% Lycra	120	130	0,175

## 3.2 Měření tažnosti pletenin

Tažnost je důležitou vlastností všech pletenin. Pro tuto vlastnost se pleteniny používají při výrobě spodního prádla a různého dalšího oblečení, které se má dokonale přizpůsobit tvarům lidského těla. Tuto vlastnost pleteniny získaly především svou strukturou a materiálovým složením.

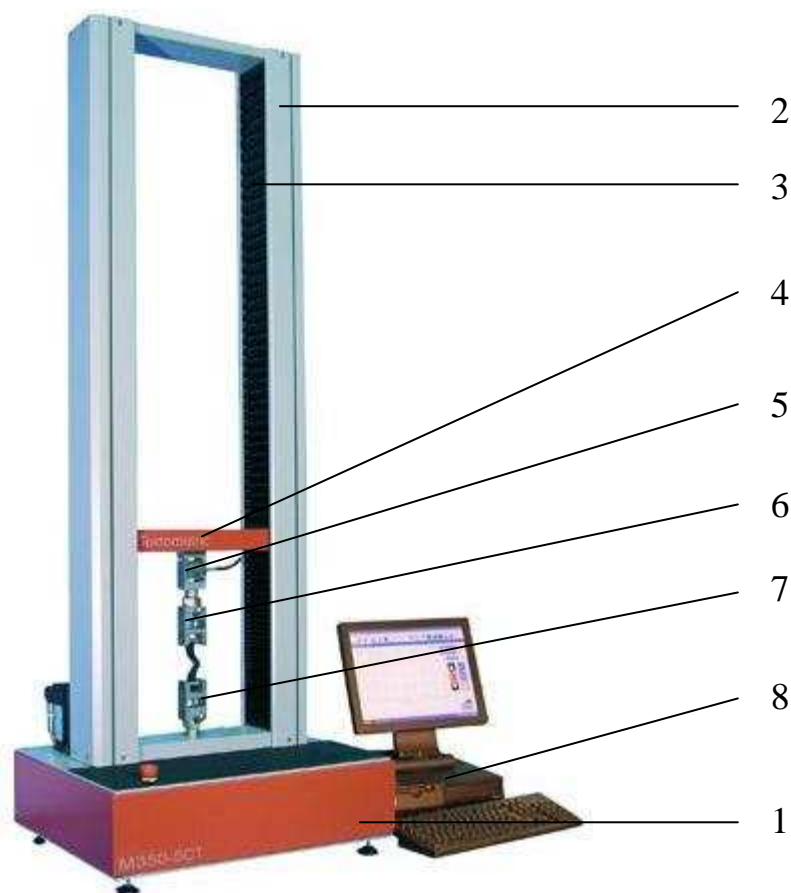
### 3.2.1 Popis přístroje

K měření tažnosti pletenin byl použit trhací přístroj Testometric model M350-5CT, viz Obrázek 12. Přístroj disponuje s maximálním výkonem 5 kN. Na přístroji můžeme měřit jak sílu, tak i prodloužení s přesností na 0,001 mm. Rychlost přístroje můžeme nastavit taktéž s přesností na 0,001 mm/min a to až do maximální rychlosti 2000 mm/min. Výška pracovního prostoru je 1275 mm [11].

Přístroj je tvořen podstavcem (1), na který je připevněno zařízení pro zatěžování vzorků (2). V zatěžovacím zařízení jsou vodící dráhy (3) pro vedení příčnicku (4). Na příčník je přidělena snímací hlava (5) s horní čelistí (6). K měření je zapotřebí i dolní čelisti (7). Čelisti mohou být různých tvarů a lze je snadno a rychle vyměnit podle



zkoušeného materiálu nebo požadavků na měření. Měřicí přístroj je připojen k počítači (8), který zaznamenává a zpracovává naměřená data.



Obrázek 12 Trhací přístroj Testometric model M350-5CT [11]

## 3.2.2 Příprava vzorků k měření

Při odběru vzorků se vychází z normy ČSN 80 0810, kde je popsán tvar a rozměry vzorků pletenin pro měření. Norma uvádí, že se z každého zkoušeného materiálu odebere alespoň 5 vzorků ve směru řádků a 5 vzorků ve směru sloupků [10].

V tomto případě je měření tažnosti pouze orientační pro další měření, a proto bylo zvoleno, že od každého materiálu budou stačit 3 vzorky ve směru řádků a 3 vzorky ve směru sloupků. Potřebný počet vzorků byl odebrán tak, aby v každém vzorku byla jiná skupina řádků a sloupků pleteniny. Vzorky byly vystřiženy podle předem zhotovené šablony, viz Obrázek 4, s normovaným tvarem a rozměry uvedenými v milimetrech. Na zhotovené vzorky byly ještě vyznačeny kontrolní rysky ve vzdálenosti



100 mm od sebe, dle normy. Celková délka vzorku musí být alespoň 160 mm, pro toto měření bylo zvoleno 170 mm. Takto připravené vzorky byly ponechány 24h před měřením v laboratorních podmínkách.

### **3.2.3 Postup měření tažnosti**

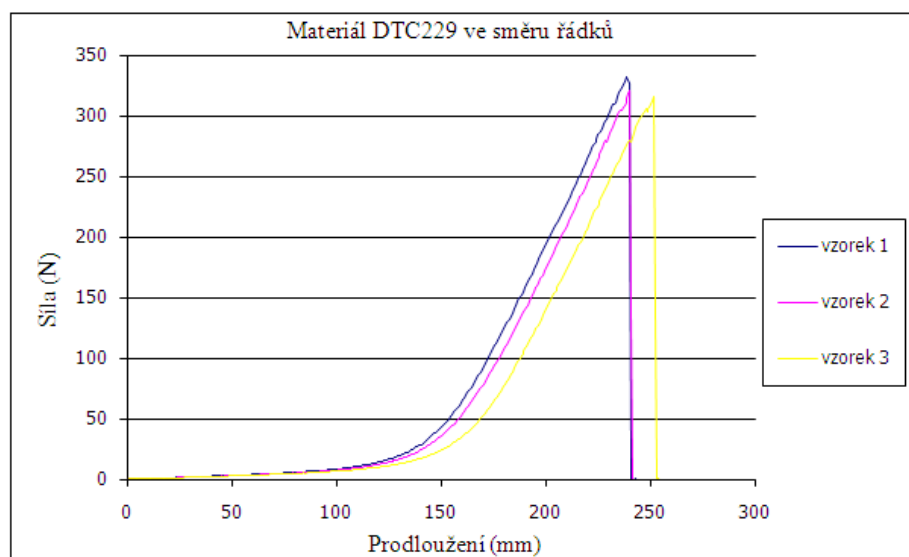
Před samotným měřením je nutné nastavení a kalibrování přístroje. Na přístroji se nastaví upínací délka čelistí na vzdálenost 100 mm. Vypne se předpětí materiálu. A nastaví se rychlost zkoušky tak, aby průměrná doba do přetržení elementárního vzorku, dle normy ČSN 80 0810, činila  $50 \pm 10$  sekund. Toho se docílí na provedení zkušební zkoušky z dodatečně zhotoveného vzorku zkoušeného materiálu. Takto se to nastaví před každým novým zkoušeným materiálem. Pro měření byly použity rýhované čelisti, aby nedošlo k proklouznutí materiálu v průběhu měření.

Vzorek zkoušeného materiálu je před upnutím do čelistí smotán po délce a v místě kontrolních rysek upnut nejprve do horních a následně do dolních čelistí. Poté může být zahájena samotná zkouška měření tažnosti pletenin.

Naměřené hodnoty a průběhy grafů byly zaznamenány a uloženy do počítače připojeného k trhacímu přístroji.

### **3.2.4 Vyhodnocení naměřených dat tažnosti materiálu**

Výsledkem zkoušky je tažnost materiálu v [%], kterou lze z naměřených dat dopočítat pomocí vzorce (2.3.1.2). Zjištěné tažnosti materiálů jsou uvedeny v tabulce 2. Tabulka s maximálními silami působícími v době přetrhu, je uvedena v příloze 3. Výsledkem je také tahová křivka zkoušeného materiálu zaznamenaná z průběhu měření. Tahové křivky pro materiál DTC229 ve směru rádků jsou vidět na grafu 1. Zbylé tahové křivky zkoušených materiálů jsou vidět na grafech přiložených v příloze 1.

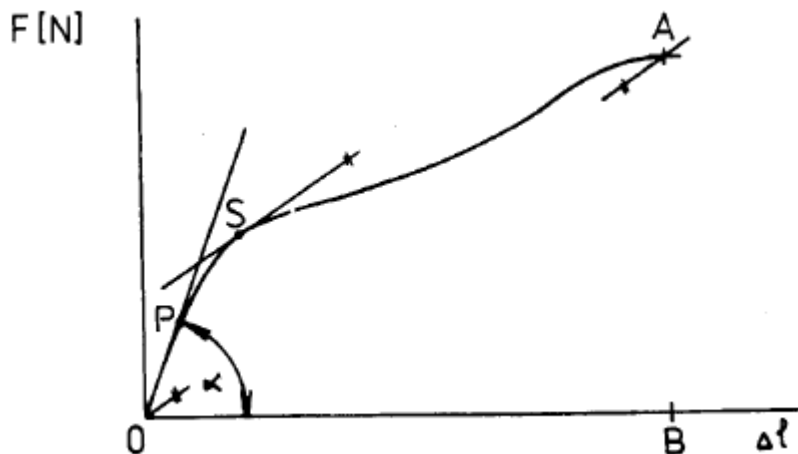


Graf. 1 Tahové křivky pro materiál DTC229 ve směru řádků

Tabulka 2 Vypočítané tažnosti pro jednotlivé materiály v [%]

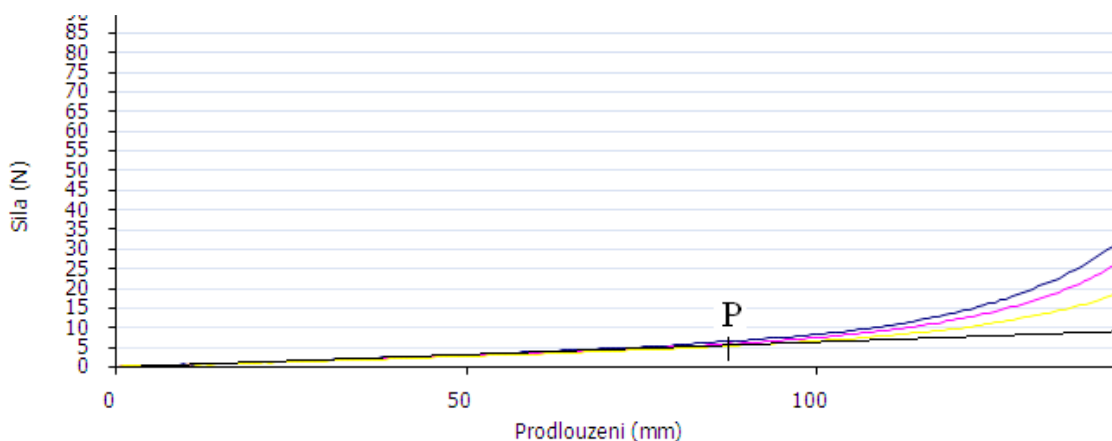
Vzorek číslo	Materiál DTC229		Materiál DOC841		Materiál FSC247	
	Po řádku	Po sloup.	Po řádku	Po sloup.	Po řádku	Po sloup.
1	240,433	101,913	163,030	110,371	227,597	107,595
2	241,090	114,431	168,741	116,520	234,084	101,302
3	252,436	102,462	154,092	109,052	223,627	106,607
Ø	244,653	106,269	161,954	111,981	228,436	105,168

Z analýzy tahových křivek je možné zjistit její charakteristické části, viz Obrázek 13. Počátek křivky je v bodě 0. Poté křivka pokračuje do bodu P, což je bod meze pružnosti. Od bodu 0 do bodu P se jedná o oblast pružných (elastických) deformací. Pomyslná křivka od bodu 0 do bodu P má tvar přímky. Vzniklá deformace na pletenině v tomto úseku křivky se po uvolnění napětí, vrátí do původního stavu. Nad bodem P se začínají projevovat plastické (trvalé) deformace pleteniny. Dalším význačným bodem na křivce je bod S, mez kluzu. Bod A na křivce vyznačuje maximální potřebnou sílu, kterou je potřeba vynaložit, aby došlo k přetržení materiálu. A bod B vyznačuje maximální protažení materiálu v době přetrhu [12].

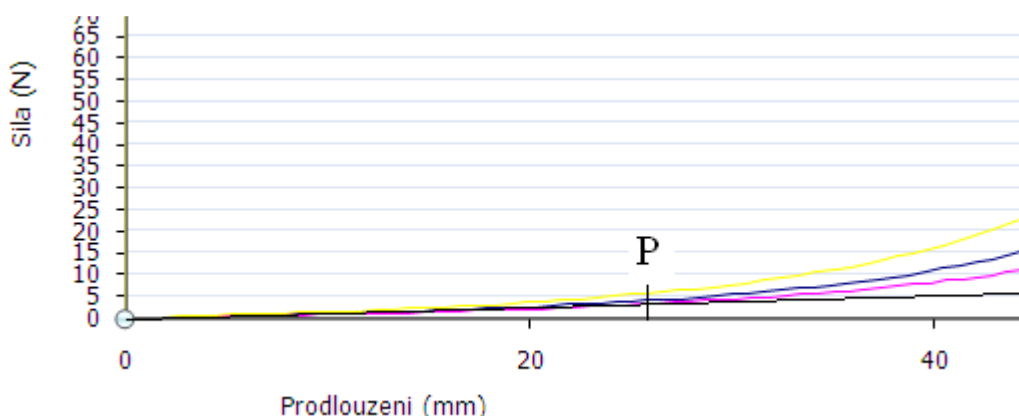


Obrázek 13 Deformační křivka [12]

Pro další měření je důležitá oblast pružných deformací, přesněji síla namáhání v bodu P. V této práci se snažilo nalézt bod P pomocí grafického řešení. Do grafu tahové křivky byla vložena tečna ke křivce, která začínala v bodě 0. Bod, ve kterém tečna opouštěla křivku, byl označen jako bod P. Na svislé ose grafu byla pro tento bod odečtena velikost síly v N a na vodorovné ose byla odečtena hodnota protažení materiálu v mm. Křivka s tečnou pro materiál DTC229, je zobrazena na grafu 2 a 3. Ostatní grafy s tečnami pro materiál DOC841 a materiál FSC247 jsou uvedeny v příloze 2. Zjištěné velikosti síly a prodloužení v bodě P jsou k jednotlivým materiálům uvedeny v tabulce 3.



Graf. 2 Začátek tahové křivky s tečnou pro materiál DTC229 ve směru řádků



Graf. 3 Začátek tahové křivky s tečnou pro materiál DTC229 ve směru sloupků

Tabulka 3 Velikost síly a prodloužení v bodu P

Materiál	DTC229		DOC841		FSC247	
	Po řádku	Po sloup.	Po řádku	Po sloup.	Po řádku	Po sloup.
Síla [N]	5	4	3	2	3	3
Prodl. [mm]	88	27	32	21	47	16

### 3.3 Měření pružnosti pletenin

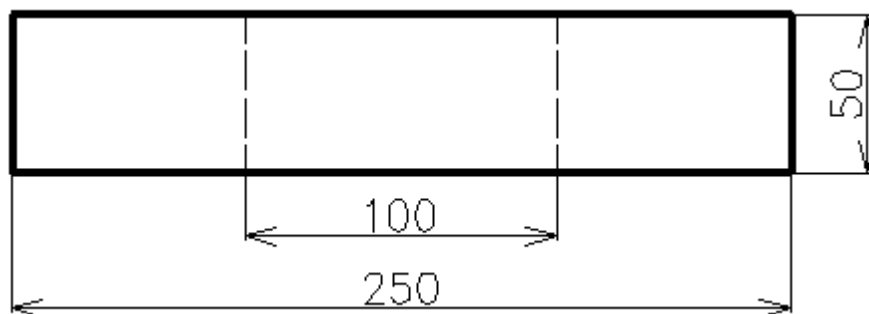
Zkouška pružnosti se provádí z toho důvodu, aby byla plně využita roztažnost pleteniny a zároveň nenarušena její pružnost. Z toho to důvodu se pletenina zkouší na cyklické namáhání, které simuluje nošení a oblékání oděvů z pletenin [13].

V postupu pro měření pružnosti pletenin bylo postupováno dle normy ČSN 80 0886 Zjišťování pružnosti plošných textilií – Část 1: Metoda Strip. Pro zkoušku byl opět použit trhací přístroj Testometric model M350-5CT, který byl blíže popsán v kapitole 3.2.1 [14].

#### 3.3.1 Příprava vzorků

Při odběru vzorků se vycházelo z normy ČSN 80 0886, kde je popsán tvar a rozměry vzorků pro měření pletenin. Norma uvádí, že se z každého zkoušeného materiálu se odebere alespoň 5 vzorků ve směru řádků a 5 vzorků ve směru sloupků.

Potřebný počet vzorků byl odebrán tak, aby v každém vzorku byla jiná skupina řádků a sloupků pleteniny. Vzorky pleteniny byly vystřiženy podle předem zhotovené šablony, viz Obrázek 14, s normovaným tvarem a rozměry uvedenými v milimetrech. Na zhotovené vzorky byly ještě vyznačeny kontrolní rysky ve vzdálenosti 100 mm od sebe, dle normy. Takto připravené vzorky byly ponechány 24h před měřením v laboratorních podmínkách [14].



Obrázek 14 Tvar vzorku s definovanými rozměry v milimetrech pro zkoušení pružnosti pletenin

### 3.3.2 Postup měření pružnosti

Před samotným měřením je nejprve zapotřebí přístroji definovat jeho vstupní parametry. Vstupní parametry jako jsou upínací délka, předpětí, rychlost protahování a počet zatěžovacích cyklů jsou čerpány z normy ČSN 80 0886 a jsou uvedeny v tabulce 4.

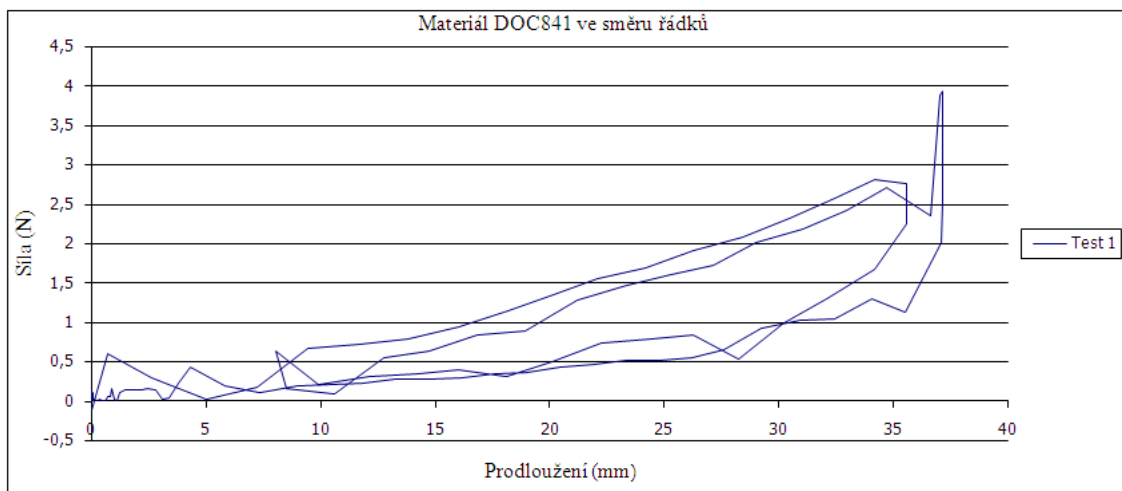
Tabulka 4 Vstupní parametry pro měření na přístroji Testometric

Vstupní parametry	
Upínací délka	100 mm
Předpětí	0 N
Rychlost protahování	500 mm/min
Počet zatěžovacích cyklů	5 cyklů

Dalším nezbytným vstupním parametrem je maximální síla zatěžování. Maximální síla zatěžování pro jednotlivé materiály byla čerpána z tabulky 3. Pro 5 cyklus namáhání bylo ještě nastaveno, že čelisti při maximální nastavené síle setrvají 1 minutu a až potom se vrátí do základní polohy. Takto se všechny parametry nastaví před každým novým zkoušeným materiálem. I pro tento způsob měření byly použity rýhované čelisti, aby nedošlo k proklouznutí materiálu v průběhu měření.

Po upnutí materiálu do čelistí, dle vyznačených kontrolních rysek, mohlo začít namáhání materiálu. Po 5 cyklu namáhání a vrácení čelistí do základní polohy byl vzorek odepnut z čelistí a položen volně na vodorovnou plochu. Po uplynutí 2 minut byly přeměřeny vzdálenosti mezi kontrolními ryskami pomocí posuvného měřítka a naměřené výsledky byly zapsány. Naměřené hodnoty a průběhy grafů byly zaznamenány a uloženy do počítače připojeného k trhačímu přístroji.

Při odměření několika zkušebních vzorků bylo zjištěno, že rychlost protahování 500 mm/min, která vychází z normy ČSN 80 0886, je pro tyto materiály nevyhovující. Rychlost byla natolik vysoká, že při měření docházelo k pružení materiálu a následnému rychlému uvolnění. Potom výsledné grafy a naměřené hodnoty byly nepřesné, viz graf 4. Z tohoto důvodu byla zvolena rychlost protahování všech materiálu 100 mm/min.



Graf. 4 Chybně naměřený graf cyklického namáhání pro materiál DOC841 ve směru řádků

Při měření materiálu DTC229 ve směru řádku bylo zjištěno, že maximální zatěžující síla 5N, je pro tento materiál příliš velká. Zkoušený vzorek materiálu zůstal i po uplynutí doby odležení zkroucený, což měla za následek příliš velká zatěžující síla. Zkroucený vzorek materiálu je na Obrázku 15. Z tohoto důvodu byla pro tento materiál zvolena maximální zatěžující síla ve směru řádků 4N a měření zopakováno.



Obrázek 15 Zkroucený materiál DTC229 ve směru řádku po zatěžování silou 5N

### 3.3.3 Vyhodnocení naměřených dat pružnosti materiálu

Z naměřených křivek, vzniklých při zkoušce, lze zjistit protažení materiálu při působení maximální síly. Z údajů získaných během zkoušky, lze pomocí vzorců z normy ČSN 80 0886, vypočítat další vhodné veličiny:

- a) Protažení,  $S$ , v procentech

$$S = \frac{E - L}{L} \cdot 100[\%] \quad (3.3.3.1)$$

Kde je:             $E$ - prodloužení (mm) při maximální síle při pátém cyklu  
                        $L$ - výchozí délka (mm)

- b) Nevratné protažení,  $C$ , vyjádřené v procentech

$$C = \frac{Q - P}{P} \cdot 100[\%] \quad (3.3.3.2)$$

Kde je:             $Q$ - vzdálenost mezi nanesenými referenčními značkami (mm) po stanovené době zotavení  
                        $P$ - výchozí vzdálenost mezi nanesenými referenčními značkami (mm)



c) Vratné protažení,  $D$ , vyjádřené v procentech

$$D = (100 - C)[\%] \quad (3.3.3.3)$$

d) Pružné zotavení,  $R$ , vyjádřené v procentech

$$R = \frac{D}{S} \cdot 100[\%] \quad (3.3.3.4)$$

V tabulce 5 je uveden přehled protažení, nevratného protažení, vratného protažení a pružného zotavení pro jednotlivé materiály ve směru sloupků a řádků. Všechny tyto hodnoty jsou uvedeny v tabulce v procentech.

Tabulka 5 Přehled protažení, nevratného protažení, vratného protažení a pružného zotavení pro jednotlivé materiály ve směru řádků a sloupků

<i>Materiál</i>	<i>Směr a velikost namáhání[N]</i>		<i>Protažení [%]</i>	<i>Nevratné protažení[%]</i>	<i>Vratné protažení[%]</i>	<i>Pružné zotavení[%]</i>
<b>DTC229</b>	řádek	4	78,108	4,160	95,840	122,702
	sloupek	4	32,445	2,060	97,940	301,865
<b>DOC841</b>	řádek	3	36,160	1,020	98,980	273,728
	sloupek	2	14,252	1,020	98,980	694,499
<b>FSC247</b>	řádek	3	48,940	2,760	97,240	198,692
	sloupek	3	16,525	1,820	98,180	594,130

### Dílčí závěr

Měření na tomto přístroji je z mého pohledu velice přesné a nikterak náročné. Jak je z předchozí tabulky patrné tak nejvyšší tažnost vykazuje materiál DTC229 ve směru řádků. Ovšem tento materiál vykazuje i nejvyšší hodnotu nevratného protažení v tomto směru. Hodnoty získané měřením a případné vypočítané veličiny jsou uvedeny v tabulkách a grafech přiložených v příloze. Pro každý materiál je v příloze vložen jeden graf z měření po směru řádků a jeden po směru sloupků, který jednotlivý materiál charakterizuje. Obrázky z průběhu měření jsou též přiloženy v příloze 5.

### **3.4 Tažnost pletenin při působení biaxiálního namáhání**

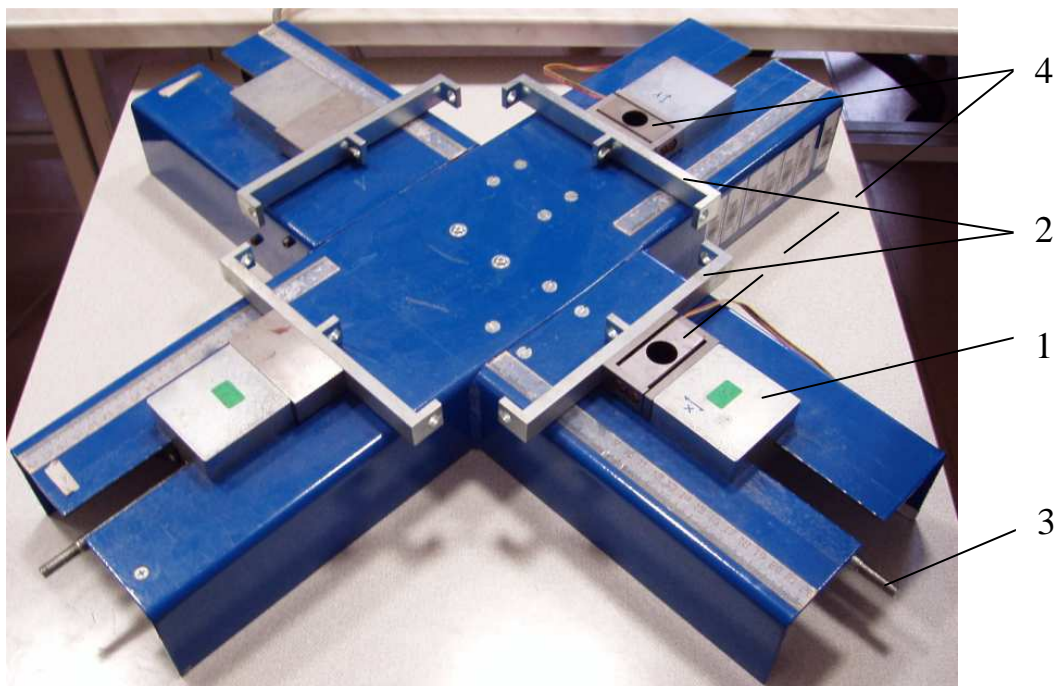
Při nošení oděvů dochází k namáhání textilie nejen v jednom směru, ale velice často také v obou směrech najednou. Dochází k tzv. biaxiálnímu namáhání. Biaxiální namáhání by se dalo definovat jako působení dvou sil na sebe kolmých ve dvou směrech.

Pro možné simulování biaxiálního zatěžování textilií byl v roce 2001 zhotoven přípravek Fabis, který navrhnul Profesor Bohuslav Stříž z Technické univerzity v Liberci. Při jeho navrhování bylo žádoucí, aby se textilie mohla potřebně deformovat jak v podélném, tak v příčném směru najednou. Nesmělo však také dojít k omezení a ovlivnění měření nevhodným upnutím vzorků [15].

#### **3.4.1 Měřicí zařízení**

Měřicí zařízení pro biaxiální namáhání se nachází na Technické univerzitě v Liberci na katedře textilních technologií. Přístroj má tvar kříže, viz Obrázek 16 [15].

Měřicí zařízení je připojeno k počítači, odkud je ovládáno pomocí ovládacího programu, který zhotovil Ing. Aleš Lufinka, Ph.D. z Technické univerzity v Liberci. Z řídicího počítače jde nejprve signál do převodníku s regulátory a odtud signál pokračuje k servo motorkům (1), umístěným na samotném měřicím zařízení. Servo motorky nám zajišťují požadovanou sílu zatěžování vzorků. Výkon těchto servo motorků je však omezen a zvládnou přenést sílu maximálně 300 N. Na každém rameni kříže se nachází čelisti (2), do kterých se upíná vzorek zkoušeného materiálu. Pohyb čelistí je zajištěn pomocí mikrošroubů (3). Na jednu z čelistí pro namáhání ve směru osy X a Y je připojen snímač (4), který zaznamenává posun čelistí a sílu, kterou klade materiál při namáhání.



Obrázek 16 Měřicí zařízení Fabis pro měření biaxiálního namáhání

### 3.4.2 Příprava vzorků pro biaxiální namáhání

Postupným vývojem samotného přístroje docházelo i k postupným změnám co do rozměrů i tvarů použitých vzorků. Poslední tvar a rozměry vzorku jsou vidět na obrázku v příloze 6. Po konzultaci s Profesorem Střížem mi však bylo ještě doporučeno, pro měření nyníjší tvar vzorků upravit. Konečný tvar a rozměr vzorků pro měření je na Obrázku 17.



44

### 3.4.3 Postup měření na přístroji Fabis a uspořádání pracoviště

Nejprve bylo zapotřebí nad měřicí přístroj připevnit kameru makro obrazové analýzy Lucia, která dokáže zaznamenávat průběh měření pomocí snímků, pořízených v různých časových intervalech. V tomto případě bylo nastaveno pořizování snímků každou vteřinu. Samotný vzorek pro měření byl do přístroje upnut za předem zhotovené a nastříhané tunýlky. Jednotlivými tunýlky byla prostrčena kovová tyčka, na kterou v každé nastřižené mezeře tunýlku byla nasunuta kovová částice, za které byl potom vzorek upnut do měřicího přístroje. Před začátkem samotného měření bylo zapotřebí nastavit vstupní parametry pro měření a provést samotnou kalibraci použitého objektivu kamery. Vstupní parametry se nastavovaly v počítači, který byl propojen s přístrojem Fabis, který přístroj ovládal. V tomto případě bylo žádoucí vzorky z pleteniny zatěžovat pomocí cyklického namáhání. Vstupní parametry pro měření cyklického namáhání jsou uvedeny v tabulce 6.

Tabulka 6 Vstupní parametry pro přístroj Fabis

Vstupní parametry	
Předpětí	0,5 N
Rychlost protahování	0,1 mm/s
Počet zatěžovacích cyklů	5 cyklů

Dalším nezbytným vstupním parametrem je maximální síla zatěžování. Maximální síla zatěžování pro jednotlivé materiály byla opět čerpána z tabulky 3. Jen pro materiál DTC229 ve směru řádků byla maximální síla brána 4 N místo 5 N. Pro 5 cyklů namáhání bylo nastaveno, že materiál setrvá 1 minutu v napjatém stavu a poté se vrátí do počáteční polohy. Aby se materiál napínal rovnoměrně v obou směrech najednou, bylo v přístroji nastaveno, že materiál se ve směru řádků bude protahovat rychlostí 0,1 mm/s a rychlost protahování materiálu ve směru sloupků se bude regulovat podle protahování řádků. Tímto způsobem zatěžování byla snaha napodobit měření cyklického namáhání na přístroji Testometric pro jednoosé namáhání.

### 3.4.4 Vyhodnocování měření z přístroje Fabis

V počítači připojeném k přístroji Fabis se zaznamenávají grafy z průběhu měření, o



kolik se posunovaly čelisti přístroje při daném zatížení. Do počítače připojeného na obrazovou analýzu se každou vteřinu ukládají snímky, které jsou zaměřené na 4 zhotovené body uprostřed vzorku. V tomto případě mě právě zajímal posuv těchto 4 bodů ve směru řádků a sloupků při působení cyklického namáhání od 0,5 N do maximální požadované síly. Pro určení souřadnic těchto bodů byl použit program NIS – Elements. Do něho byla načtena sekvence snímků pro jednotlivé měření. V tomto případě mě zajímaly souřadnice bodů před prvním cyklem a poté souřadnice těchto bodů na konci pátého cyklu. V programu NIS – Elements byly nejprve všechny snímky oříznuty, aby vzniklo co nejmenší okno, kde zůstali 4 zkoumané body. Poté bylo důležité správně snímky naprahotovat, aby byly označeny jen 4 zkoumané body. Pro měření bylo vybráno, že chci souřadnice středů zkoumaných 4 bodů. Nyní již mohlo dojít k samotnému změření souřadnic těchto bodů na snímku počátku prvního cyklu a na snímku konci pátého cyklu. Souřadnice těchto změřených bodů byly z tohoto programu exportovány do programu Microsoft Excel. Pro zjištění vzdálenosti bodů od sebe jak ve směru řádků, tak ve směru sloupků byl použit program AutoCad. V něm byly nakresleny 4 body pomocí zjištěných souřadnic v programu NIS – Elements. A poté byly změřeny vzdálenosti mezi požadovanými body. Ve směru řádků byly měřeny vzdálenosti mezi body 1 - 2 a 3 - 4. Ve směru sloupků byly měřeny vzdálenosti mezi body 2 - 3 a 1 - 4. Po odečtení změřených hodnot na začátku prvního cyklu od hodnot na konci pátého cyklu byly dostány hodnoty protažení v jednotlivých směrech. Výsledné hodnoty protažení pro jednotlivé materiály jsou uvedeny v tabulce 7.

Tabulka 7 Protažení jednotlivých materiálů při cyklickém namáhání na přístroji Fabis

Materiál	Měření číslo	Řádek		Sloupek	
		1 – 2 bod [mm]	3 – 4 bod [mm]	2 – 3 bod [mm]	1 – 4 bod [mm]
<b>DTC229</b>	1	2,34	2,44	0,89	0,96
	2	2,25	2,29	0,97	1,05
	3	2,38	2,58	0,91	0,83
<b>DOC841</b>	1	- 0,13	- 0,13	0,84	0,76
	2	- 0,01	- 0,04	0,73	0,72
	3	- 0,13	- 0,13	0,81	0,78
<b>FSC247</b>	1	1,45	1,52	0,23	0,29
	2	1,58	1,69	0,21	0,28
	3	1,37	1,61	0,21	0,27

**Dílčí závěr**

Celkově se tato metoda měření tažnosti na přístroji Fabis jevila jako náročnější, nežli měření na přístroji Testometric. To jak z důvodu náročnosti na přípravu vzorků tak celkového měření. Jak je z tabulky výsledných naměřených hodnot patrné, tak u materiálu DOC841 ve směru řádků nedošlo k protažení materiálu, ale materiál byl naopak v tomto směru zúžen. Rozdíly mezi dvěma vzdálenými body v jednom směru, jsou způsobeny nejspíše nepřesným nastříháním upínacích tunýlků. Jak je z výsledných naměřených hodnot patrné, tak i na tomto přístroji vykazuje největší tažnost materiál DTC229 ve směru řádků. Oproti tomu nejmenší tažnost z naměřených materiálů vykazuje materiál DOC841. Vypočtené statistické hodnoty cyklického namáhání pro jednotlivé materiály jsou uvedeny v tabulkách v příloze 8.

**3.4.5 Maximální zatěžování materiálů na přístroji Fabis**

Toto měření mělo simulovat biaxiální namáhání materiálu až do jeho natržení, jako to bylo provedeno na přístroji Testometric při jednoosém namáhání. Tento přístroj má však menší měřicí rozsah. Lze na něm zatěžovat silou od 0,1 N do 300 N. Prodloužení materiálu může být maximálně 70 mm. Tento rozsah je omezen délkou vodících mikrošroubů, které pohánají čelisti. Do počítače, který ovládá přístroj Fabis byly nastaveny na začátku měření tyto vstupní parametry pro oba směry: předpětí 0,5 N, rychlost namáhání 0,1 mm/s a maximální prodloužení čelistí 70 mm. Celé měření bylo opět zaznamenáno pomocí obrazové analýzy pořízenými snímky opět každou vteřinu. Bohužel se z nezjištěných důvodů nezaznamenaly grafy z průběhu namáhání. Cílem tohoto měření bylo opět sledovat posun 4 vyznačených bodů na vzorcích pletenin v důsledku možného maximálního biaxiálního namáhání na přístroji Fabis. U vyhodnocování posunu bodů se opět postupovalo jako u předcházejícího měření, které bylo uvedeno v kapitole 3.4.4. Od každého materiálu byl tímto způsobem naměřen jeden vzorek. Výsledné hodnoty posunů bodů pro jednotlivé materiály jsou uvedeny v tabulce 8.





Tabulka 8 Protážení jednotlivých materiálů při maximálním namáhání na přístroji Fabis

Materiál	Řádek		Sloupek	
	1 – 2 bod [mm]	3 – 4 bod [mm]	2 – 3 bod [mm]	1 – 4 bod [mm]
<b>DTC229</b>	- 0,45	- 0,77	5,72	5,45
<b>DOC841</b>	- 0,60	- 0, 59	4,68	4, 47
<b>FSC247</b>	- 1,71	- 1,84	6,01	5,52

V tabulce 9 je ještě uvedena dosažená síla pro jednotlivé materiály při maximálním možném prodloužení čelistí na 70 mm na přístroji Fabis.

Tabulka 9 Maximální síla při posunu čelistí na 70 mm

Materiál	<i>Síla ve směru řádků v[N] při prodloužení 70 mm</i>	<i>Síla ve směru sloupků v [N] při prodloužení 70 mm</i>
<b>DTC229</b>	13,0	49,3
<b>DOC841</b>	62,0	132,0
<b>FSC247</b>	32,0	113,2

Při zatěžování materiálu mi přišlo, že nejvíce se materiál prodlužuje v tunýlcích, za které je zkoumaný vzorek upnutý do přístroje. A materiál uprostřed vzorku se již tolik neprodlužuje. Z těchto úvah by vyplývalo, že by způsob upnutí mohl mít vliv na celkové výsledky měření. Z těchto důvodů byl ještě od každého materiálu zhotoven jeden vzorek, který měl mé domněnky potvrdit či vyloučit. K těmto vzorkům byly našity upínací tunýlky z materiálu denim. Materiál denim pro upínací tunýlky byl vybrán z důvodu, že již na první pohled vykazoval menší tažnost, nežli zbytek vzorku. Z toho plyne, že by neměl ovlivňovat tažnost zkoušeného materiálu. Takto zhotovené vzorky, byly opět maximálně zatěžovány do prodloužení čelistí na 70 mm. Tímto způsobem zhotovený vzorek je uveden na obrázku v příloze 10. V tabulce 10 jsou zaznamenány výsledné hodnoty posunu zkoumaných bodů ve směru řádků a sloupků.



Tabulka 10 Protážení jednotlivých materiálů, při maximálním namáhání na přístroji Fabis s materiálem tunýlků z denimu

Materiál	Řádek		Sloupek	
	1 – 2 bod [mm]	3 – 4 bod [mm]	2 – 3 bod [mm]	1 – 4 bod [mm]
<b>DTC229</b>	2,62	2,88	2,91	3,47
<b>DOC841</b>	2,17	2,11	2,88	2,92
<b>FSC247</b>	2,57	2,39	3,13	3,2

V tabulce 11 jsou opět uvedeny hodnoty maximálních sil a posuny čelistí v době, kdy se zkoušený vzorek materiálu natrhl.

Tabulka 11 Maximální síla a posun čelistí v době natržení zkoušeného materiálu s materiálem tunýlků z denimu

Materiál	Prodloužení čelistí ve směru řádků v [mm]	Maximální síla ve směru řádků v [N] při daném prodloužení	Prodloužení čelistí ve směru sloupků v [mm]	Maximální síla ve směru řádků v [N] při daném prodloužení
<i>DTC229</i>	48,3	170,1	48,2	295,5
<i>DOC841</i>	44,1	180,4	44,0	249,4
<i>FSC247</i>	44,2	122,4	44,5	236,6

## Dílčí závěr

Po porovnání naměřených hodnot pro materiál tunýlků ze stejného materiálu jako je zkoušený vzorek s materiálem tunýlků z denimu se potvrdila úvaha, že materiál upínacích tunýlků má poměrně velký vliv na naměřené hodnoty. Z toho plyne, že předešlé naměřené hodnoty na tomto přístroji nejsou objektivní. Při druhém maximálním zatěžování vzorků, došlo u materiálů DOC841 a FSC247 k úplnému přetrhu materiálu ve směru sloupků. U materiálu DTC229 k úplnému přetrhu nedošlo, jelikož materiál ve směru sloupků vykazoval tak vysokou pevnost, kterou již tento přístroj nedokázal překonat a proto se při pevnosti 295,5 N sám zastavil. Protážení

jednotlivých materiálů bylo zjištěno těsně před natržením zkoušených vzorků. Obrázky z tohoto měření jsou uvedeny v příloze 7.

### **3.5 Zpracování naměřených hodnot – zjištění přídavků pro konstrukci**

U naměřených hodnot byly provedeny statistické výpočty. Byl zjištěn průměr, směrodatná odchylka, rozptyl a variační koeficient. Ze zjištěných průměrů tažnosti jednotlivých materiálů se bude dále vycházet při navrhování konstrukčních přídavků pro přiléhavý druh oblečení. Hodnoty tažnosti budou brány nakonec jen z měření na přístroji Testometric, jelikož hodnoty naměřené na přístroji Fabis nejsou objektivně naměřenými hodnotami. Tyto úpravy lze pro příklad uvést třeba na legínách nebo tričku. Pro ukázkou úpravy konstrukčních přídavků byl zvolen model pánského trička podle metodiky dle Winifred Aldrich. V tomto případě se zaměřím pouze na úpravu přídavků pro horizontální rozměry. Tyto rozměry považuji za důležitější při pohybu člověka. V mém případě budu stanovovat záporné přídavky pro ukázkou k obvodu hrudníku, obvodu krku a šířce zad. Stanovení záporných přídavků bude provedeno na rozměrech naměřených na pánském probandovi. Při stanovování záporných přídavků se musí brát v potaz tlak, kterým bude textilie působit na tělo nositele. Proto bylo ještě provedeno subjektivní měření na pánském probandovi, zda lze vycházet pro přídavky materiálu z naměřených tažností a nebude li snad na tělo nositele působit příliš velký tlak.

V publikaci Navrhování pružných textilních výrobků, uvádí pan Filatov, že roztažnost textilie se stanoví při 3N. V tomto případě bylo zvoleno, že pro nejvíce tažný materiál DTC229 se roztažnost bude brát při působení síly 3 N a pro zbylé dva materiály se bude brát roztažnost při působení síly 2 N. Z tohoto důvodu byly odečteny z grafického záznamu hodnoty protažení pro jednotlivé materiály ve směru řádků při dané síle. Pro materiál DTC229 byly nalezeny hodnoty při zatížení 3 N a pro materiály DOC841 a FSC247 byly nalezeny hodnoty prodloužení při zatížení 2 N. Ze všech naměřených hodnot byly pro jednotlivé materiály opět spočítány průměry. Vypočítané průměrné hodnoty prodloužení při dané síle ve směru řádků pro jednotlivé materiály jsou uvedeny v tabulce 12.

Tabulka 12 Hodnoty průměrného prodloužení při působení určité síly na přístroji Testometric

Materiál	Velikost působící síly v [N]	Průměrné prodloužení při dané síle v [mm]
<i>DTC229</i>	3	68,251
<i>DOC841</i>	2	30,479
<i>FSC247</i>	2	40,929

### 3.5.1 Subjektivní metoda vyhodnocení tlaku na mužském probandovi

Pro ověření jak bude zmenšené triko pohodlné při nošení, byla použita ještě subjektivní metoda měření na mužském probandovi. Tato metoda byla zaměřená jen na obvod hrudníku. Obvod hrudníku zkoušeného probanda měl rozměr 97 cm. Z jednotlivých materiálů byly vystříženy ve směru řádků 3 pruhy o šířce 20 cm a délce 100 cm. Tři centimetry byly ponechány jako rezerva pro zašpendlení na mužském probandovi. Pruh materiálu byl přiložen na zkoušeného probanda v hrudníkové části, viz Obrázek 18. Zkoušený materiál byl postupně více natahován a tím vznikl větší tlak na zkoušeného probanda.



Obrázek 18 Subjektivní měření na mužském probandovi



V tabulce 13 jsou uvedeny hodnoty protažení, tažnost materiálu při natahování materiálu na probandovi a pocity probanda jak na něj tlak při daném prodloužení působí. Od každého materiálu byly provedeny 3 měření. Pro jednotlivá průměrná protažení byla vypočítána tažnost materiálu pomocí vzorce (2.3.1.2).

Tabulka 13 Průměrné protažení materiálu, tažnost materiálu a působení tlaku na mužského probanda

<b>Protažení zkoušeného materiálu</b>	<b>Působení tlaku na probanda</b>	<b>Materiál DTC229 průměrné protažení [cm]/tažnost materiálu [%]</b>	<b>Materiál DOC841 průměrné protažení [cm]/tažnost materiálu [%]</b>	<b>Materiál FSC247 průměrné protažení [cm]/tažnost materiálu [%]</b>
<i>T1</i>	Téměř žádný tlak	10,5 / 13,92	8 / 11,34	9,5 / 12,89
<i>T2</i>	Mírný tlak	21 / 24,74	13 / 16,49	15 / 18,56
<i>T3</i>	Snesitelný tlak	32,5 / 36,60	16,5 / 20,10	22,5 / 26,29
<i>T4</i>	Nepříjemný tlak	41,5 / 45,88	23 / 26,80	29 / 32,99

Nejvyšší hodnoty protažení pro jednotlivé materiály, získané ze subjektivního hodnocení na mužském probandovi, kdy již na samotného probanda působil nepříjemný tlak, byly porovnány s hodnotami protažení z tabulky 12. Jak je z porovnání patrné, tak hodnot z tabulky 12 nebylo při subjektivním hodnocení ani u jednoho materiálu dosaženo. Z toho vyplývá, že hodnoty průměrného protažení z tabulky 12 nemusí být pro záporné přídatky do konstrukce pánského trička zcela správnými hodnotami.

Na naměřené protažení materiálu na mužském probandovi a následné vypočítané tažnosti byla pro materiál FSC247 v programu AutoCad zhotovena upravená konstrukce pánského trika, viz Obrázek 19.



Obrázek 19 Varianty pánského trika se zápornými přídávky pro materiál FSC247

Při konstrukci triček s ohledem na tažnost materiálu se vycházelo z tabulky s upravenými hodnotami a z obrázku konstrukce uvedenými v příloze 11. Horizontální rozměry byly upraveny dle naměřených hodnot roztažnosti materiálu při subjektivním hodnocení na mužském probandovi pro materiál FSC247. Tažnost 40,93% byla brána z naměřené tažnosti při namáhání 2 N na přístroji Testometric. S ohledem na tažnost byly při konstrukci měněny rozměry obvodu hrudníku, šířky zad, obvodu krku a obvodu paže. K obvodu hrudníku a šířce zad byly přidány záporné přídávky ve velikosti dané tažnosti. Obvod krku a paže jsou oproti hrudníku v poměru o dvě třetiny menšími obvody. Z tohoto důvodu bylo pro tyto konstrukce zvoleno, že záporný přídavek bude jen jedna třetina velikosti dané tažnosti. Jak je z konstrukce triček patrné, tak v důsledku těchto úprav se i podstatně mění délka náramenice. Délka náramenice se v tomto případě mění se šířkou zad. Je také možné zachovat délku náramenice a to tím



způsobem, že se bude různě tvarovat tvar průramku. Možné vytvarování průramku je uvedeno v příloze 12.

## 4 Závěr

Namáhání veškerých textilií je celkově problematické téma, jelikož každá textilie je namáhána jinou velikostí a mění se i směr namáhání dle použití jednotlivých textilií. V této práci jsem se zaměřil jen na namáhání oděvů z pletených výrobků. Při nošení jakéhokoli oblečení však nedochází jen k jednoosému namáhání, ale současně dochází k dvouosému namáhání, k tzv. biaxiálnímu namáhání.

Cílem této práce bylo simulovat jak jednoosé, tak dvouosé namáhání při nošení oděvů z pletenin pomocí cyklického namáhání. A potom z naměřených hodnot tažností u tří pletených materiálů provést úpravy v konstrukci oděvů z těchto materiálů. Ze zaznamenaných křivek tažnosti byly pomocí grafické metody nalezeny body meze pružnosti pro jednotlivé materiály. Tyto hodnoty posléze byly použity pro cyklické zatěžování materiálu jak pro jednoosé, tak pro dvouosé namáhání. Tato metoda nalezení bodů pružnosti se jevila v počátku jako velice jednoduchá a správná metoda. Jednoosé zatěžování na přístroji Testometric bylo z mého hlediska vcelku snadné, jak co se týče do přípravy vzorků tak celkového měření. Naměřené hodnoty z tohoto přístroje též vycházejí velice přesně. Měření dvouosého zatěžování na přístroji Fabis již tak jednoduché nebylo. Příprava vzorků pro toto namáhání byla náročnější a samotné měření se jevilo taktéž jako náročné. Po odměření všech vzorků se nakonec ukázalo, že hodnoty z tohoto přístroje jsou neobjektivní, z důvodu upnutí materiálu do přístroje, které má značný vliv na naměřené hodnoty. Proto naměřené hodnoty z tohoto přístroje nemohly být použity do závěrečné úpravy záporných konstrukčních přídavek pro konstrukci trička. Pro závěrečnou úpravu záporných konstrukčních přídavek proto byly použity jen naměřené hodnoty z přístroje Testometric. Hodnoty protažení ve směru řádků zjištěné z měření na přístroji Testometric pro materiál DTC229 při působení síly 3N vycházely 68%, pro materiál DOC841 při působení síly 2N vycházely 31% a pro materiál FSC247 také při působení síly 2N vycházely 41%. Hodnoty maximálního protažení materiálu ve směru řádků při subjektivním hodnocení vycházely pro materiál DTC229 - 46%, pro materiál DOC841 - 27% a pro materiál FSC247 – 33%. Po subjektivním vyhodnocení působení tlaku a protažení materiálu na mužském probandovi a porovnání s tažnostmi naměřenými na přístroji Testometric se zdají být hodnoty protažení z přístroje Testometric značně velké. Proto při použití těchto hodnot pro záporné přídávky pro konstrukci trička dle metodiky Winifred Aldrich, by nositeli



mohli hrozit značné zdravotní komplikace, způsobené příliš velkým tlakem textilie. Pro výpočet tlaku, který působí na nositele, existovala norma ČSN P ENV 12718 pro zdravotní kompresní punčochy. Tato norma uvádí vztah pro výpočet tlaku na nositele, ale již v ní není uvedeno, jestli může být použita i pro jiné oblečení a případně jaký by byl dovolený tlak pro jiný druh oblečení. Z těchto důvodů nebyl výpočet tlaku do této práce zahrnut.

Z celkových výsledku vyplývá, že síly používané pro jednotlivá namáhání, k zjištění tažnosti materiálu byly příliš vysoké a grafická metoda pro hledání těchto sil, nelze v tomto případě použít. Případně by se musela hledat menší síla, která působí pod bodem pružnosti.

Pro další měření bych doporučil, pokusit se nalézt jinou metodu pro určení sil pro cyklické namáhání. Materiál se při nošení nenatahuje jen ve směru sloupků a řádků. Z tohoto důvodu bych dále doporučil vyzkoušet namáhání materiálů pod různými úhly. Nejen ve směru řádků a sloupků, jak tomu bylo v této práci a to jak na přístroji Testometric pro jednoosé namáhání, tak i na přístroji Fabis pro dvouosé namáhání. Bylo by jistě vhodné vyzkoušet na přístroji Fabis zatěžovat i materiál jen v jednom směru a poté porovnat tyto naměřené hodnoty s hodnotami naměřenými na přístroji Testometric. Pro možnost porovnání těchto výsledků, by se ale musel vyrobit vzorek, který by byl o stejné velikosti a mohl být použit pro obě měřicí zařízení. Tím by se ověřila objektivnost měření na přístroji Fabis. Určitě by také bylo vhodné vyzkoušet i jiné druhy upnutí a případně i jiné tvary a rozměry zkoušených vzorků než jsou uvedeny v této práci pro přístroj Fabis.

Oba dva přístroje popsané v této práci pro zjišťování tažnosti materiálů, jsou zcela nenahraditelné. V tomto okamžiku bych řekl, že prozatím je pro měření tažnosti přesnější přístroj Testometric. V budoucnu, až se vyzkouší i jiné varianty upnutí vzorků a přijde se na lepší způsob upnutí, bude jistě i přístroj Fabis natolik přesný, že se vyrovná přístroji Testometric.





## 5 Použitá literatura

- [1] DOSTÁLOVÁ, Mirka; KŘIVÁNKOVÁ, Mária. *Základy textilní a oděvní výroby*. 2. vydání. Liberec: TU v Liberci, 2001. 169 s. ISBN 80-7083-504-4
  
- [2] *skripta.ft.tul.cz*[online]. 2013 [citace 2013-02-15]. Pleteniny. Dostupné z WWW: <<https://skripta.ft.tul.cz/databaze/data/2007-11-20/08-54-55.pdf>>.
  
- [3] Dulovičová, D.: *Směrová pevnost a tažnost zátažné oboulícni pleteniny*: Diplomová práce. Liberec: TUL, 2008
  
- [4] KOVAČIČ, Vladimír. *Textilní zkušebnictví. Díl 2*. 1. vydání. Liberec: TU v Liberci, 2004. 69 s. ISBN 80-7083-825-6
  
- [5] KOVÁŘ, Radko. *Pletení*. 2. vydání. Liberec: TU v Liberci, 2001. 96 s. ISBN 80-7083-446-3
  
- [6] KOVÁŘ, Radko. *Teorie pletení*. 2. vydání. Liberec: Vysoká škola strojní a textilní, 1986. 235 s.
  
- [7] *ft.tul.cz*[online]. 2013 [citace 2013-01-15]. Vysocefunkční textilie. Dostupné z WWW: <[http://www.ft.tul.cz/depart/kde/studium/predmetyPRILOHY/5\\_PT0.pdf](http://www.ft.tul.cz/depart/kde/studium/predmetyPRILOHY/5_PT0.pdf)>.
  
- [8] FILATOV, Vladimír Nikolajevič. *Navrhování pružných textilních výrobků*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1984. 128 s.
  
- [9] Kryšková, P.: *Návrh konstrukce a modelování kukly*: Bakalářská práce. Liberec: TUL, 2012
  
- [10] ČSN 80 0810: Zjišťování tržné síly a tažnosti pletenin. Praha: Český normalizační institut 1984



[11] *labcontrol.cz* [online]. 2013 [citace 2013-03-21]. O přístroji Testometricu. Dostupné z WWW:

<[http://www.labcontrol.cz/technika/testometric/testom\\_350\\_5.html](http://www.labcontrol.cz/technika/testometric/testom_350_5.html)>.

[12] KOVAČIČ, Vladimír. *Textilní zkušebnictví. Díl 1.* 1. vydání. Liberec: TU v Liberci, 2004. 79 s. ISBN 80-7083-824-8

[13] Hároník. J.: *Studie konstrukčního řešení spodního prádla vzhledem k použitému oděvnímu materiálu*: Diplomová práce. Liberec: TUL, 2002

[14] ČSN EN 14704-1: Zjišťování pružnosti plošných textilií- Část 1: Metody Strip. (EN 14704 - 1:2005)

[15] STŘÍŽ, Bohuslav. *Mechanika textilií. Část 1, Základy mechaniky kontinua.* 1. vydání. Liberec: TU v Liberci, 2001. 58 s. ISBN 80-7083-458-7

## 6 Seznam použitých obrázků

Obrázek 1 Zátěžná pletenina [2] .....	14
Obrázek 2 Osnovní pletenina [2] .....	14
Obrázek 3 Části oček [1] .....	16
Obrázek 4 Tvar vzorku s definovanými rozměry v milimetrech pro zkoušení tažnosti a tržné síly.....	19
Obrázek 5 Deformační křivka pleteniny [6] .....	20
Obrázek 6 Dalidovičův model [7] .....	21
Obrázek 7 Formy rovinné deformace [6] .....	24
Obrázek 8 Maximální deformace pleteniny [6] .....	25
Obrázek 9 Zátěžná jednolícnní hladká pletenina [5] .....	27
Obrázek 10 Zátěžná oboulícnní hladká pletenina[5] .....	28
Obrázek 11 Oblasti výrobků s vyznačením směru protažení při nošení [8] .....	29
Obrázek 12 Trhací přístroj Testometric model M350-5CT [11] .....	33
Obrázek 13 Deformační křivka [12] .....	36
Obrázek 14 Tvar vzorku s definovanými rozměry v milimetrech pro zkoušení pružnosti pletenin.....	38
Obrázek 15 Zkroucený materiál DTC229 ve směru řádku po zatěžování silou 5N .....	40
Obrázek 16 Měřicí zařízení Fabis pro měření biaxiálního namáhání .....	43
Obrázek 17 Zhotovený vzorek pro měření na přístroji Fabis s rozměry v mm .....	44
Obrázek 18 Subjektivní měření na mužském probandovi .....	51
Obrázek 19 Varianty pánského trika se zápornými přídávky pro materiál FSC247 .....	53



## 7 Seznam tabulek

Tabulka 1 Charakteristika materiálů .....	32
Tabulka 2 Vypočítané tažnosti pro jednotlivé materiály v [%] .....	35
Tabulka 3 Velikost síly a prodloužení v bodu P .....	37
Tabulka 4 Vstupní parametry pro měření na přístroji Testometric .....	38
Tabulka 5 Přehled protažení, nevratného protažení, vratného protažení a pružného zotavení pro jednotlivé materiály ve směru řádků a sloupků .....	41
Tabulka 6 Vstupní parametry pro přístroj Fabis .....	45
Tabulka 7 Protažení jednotlivých materiálů při cyklickém namáhání na přístroji Fabis	46
Tabulka 8 Protažení jednotlivých materiálů při maximálním namáhání na přístroji Fabis .....	48
Tabulka 9 Maximální síla při posunu čelistí na 70 mm .....	48
Tabulka 10 Protažení jednotlivých materiálů, při maximálním namáhání na přístroji Fabis s materiálem tunýlků z denimu .....	49
Tabulka 11 Maximální síla a posun čelistí v době natržení zkoušeného materiálu s materiálem tunýlků z denimu .....	49
Tabulka 12 Hodnoty průměrného prodloužení při působení určité síly na přístroji Testometric .....	51
Tabulka 13 Průměrné protažení materiálu, tažnost materiálu a působení tlaku na mužského probanda .....	52

## 8 Seznam grafů

Graf. 1 Tahové křivky pro materiál DTC229 ve směru řádků .....	33
Graf. 2 Začátek tahové křivky s tečnou pro materiál DTC229 ve směru řádků .....	34
Graf. 3 Začátek tahové křivky s tečnou pro materiál DTC229 ve směru sloupků .....	35
Graf. 4 Chybně naměřený graf cyklického namáhání pro materiál DOC841 ve směru řádků .....	37



## 9 Seznam příloh

Příloha č. 1: Grafy tahových křivek z měření na přístroji Testometric

Příloha č. 2: Začátky tahových křivek s tečnami

Příloha č. 3: Tabulka 1 s maximálními silami [N] v okamžiku přetrhu zkoušených vzorků na přístroji Testometric

Příloha č. 4: Grafy a tabulky s naměřenými a vypočítanými hodnotami z měření pružnosti na trhacím přístroji Testometric model M350-5CT pro jednotlivé materiály

Příloha č. 5: Obrázky z průběhu měření pružnosti na trhacím přístroji Testometric model M350-5CT

Příloha č. 6: Obrázek původního vzorku s rozměry v mm pro biaxiální namáhání

Příloha č. 7: Obrázky z měření na přístroji Fabis

Příloha č. 8: Statistické výpočty z měření na přístroji Fabis

Příloha č. 9: Grafy z cyklického namáhání na přístroji Fabis

Příloha č. 10: Vzorek materiálu pro měření na přístroji Fabis s materiálem tunýlků z denimu

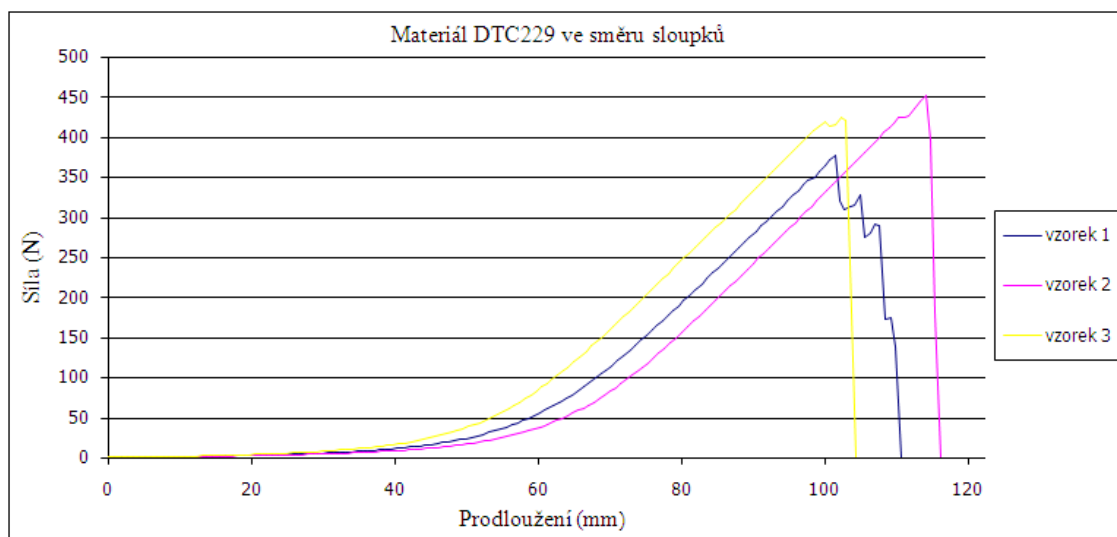
Příloha č. 11: Vstupní hodnoty pro konstrukci pánského trika dle metodiky Winifred Aldrich

Příloha č. 12: Úprava průramku u konstrukce pánského trika dle metodiky Winifred Aldrich

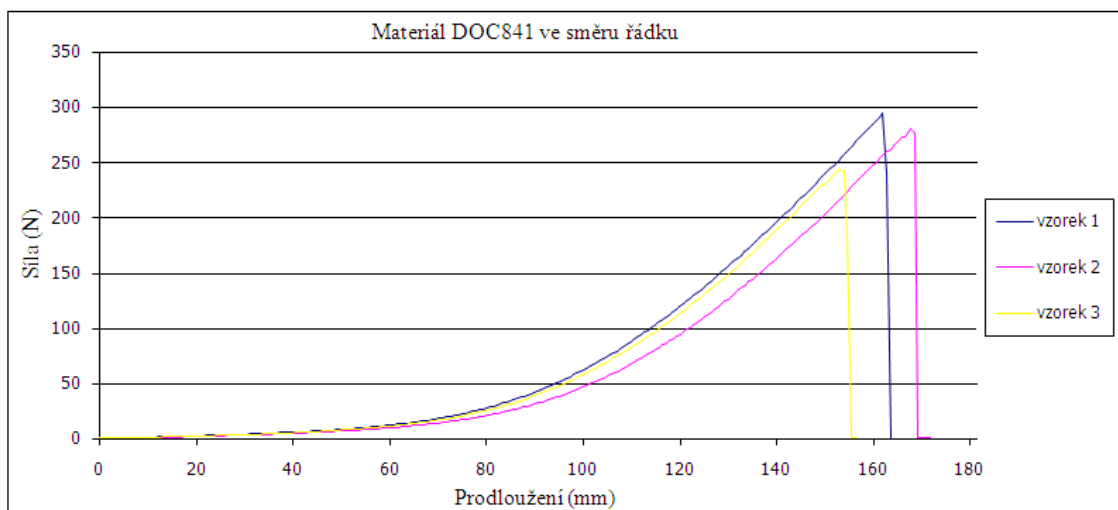
Příloha č. 13: Použitý materiál pro experimentální část

## 10 Příloha

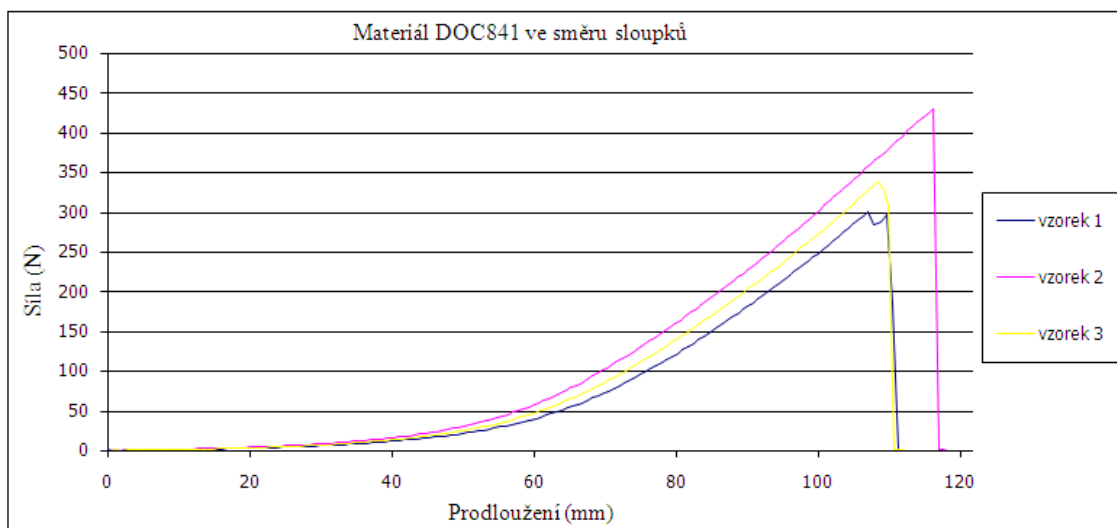
### Příloha č. 1: Grafy tahových křivek z měření na přístroji Testometric



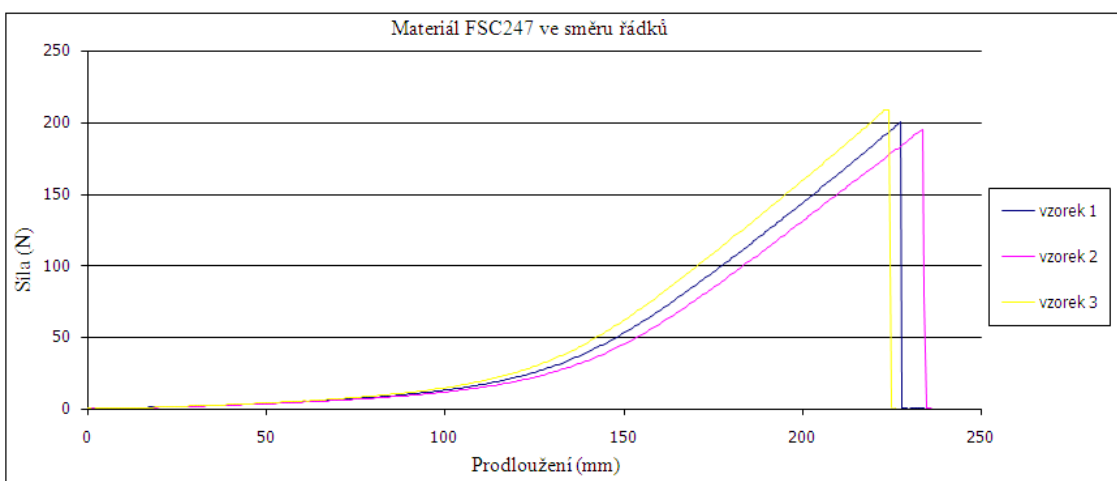
Graf. 1 Tahové křivky pro materiál DTC229 ve směru sloupků



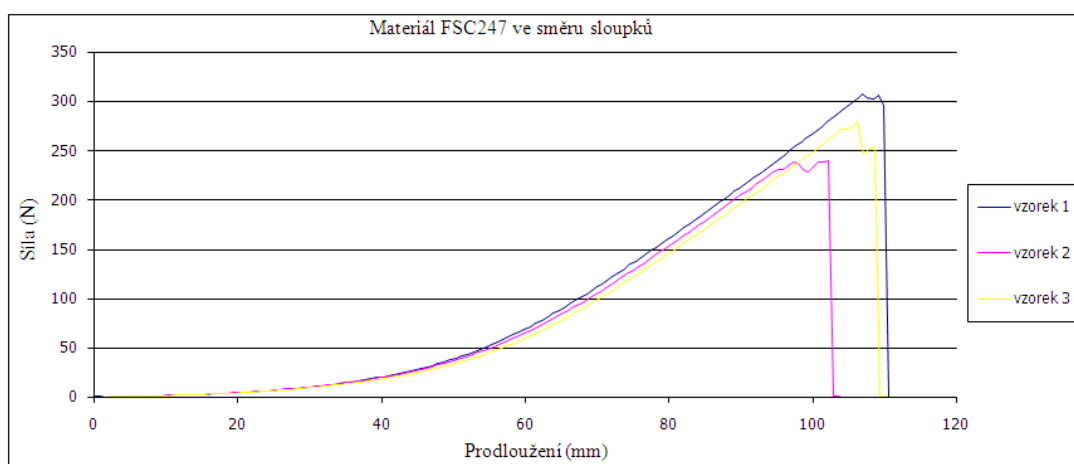
Graf. 2 Tahové křivky pro materiál DOC841 ve směru řádků



Graf. 3 Tahové křivky pro materiál DOC841 ve směru sloupků

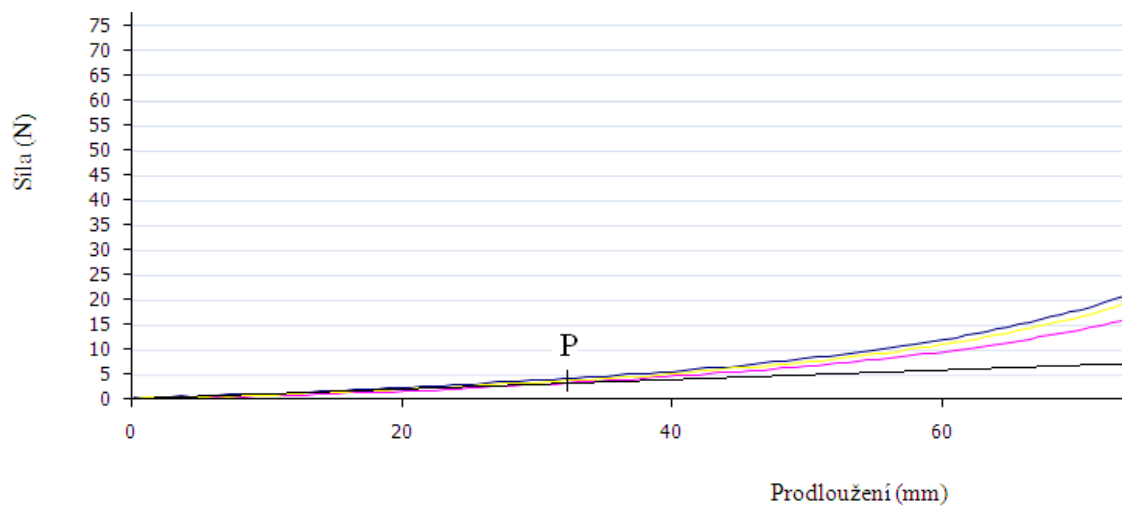


Graf. 4 Tahové křivky pro materiál FSC247 ve směru řádků

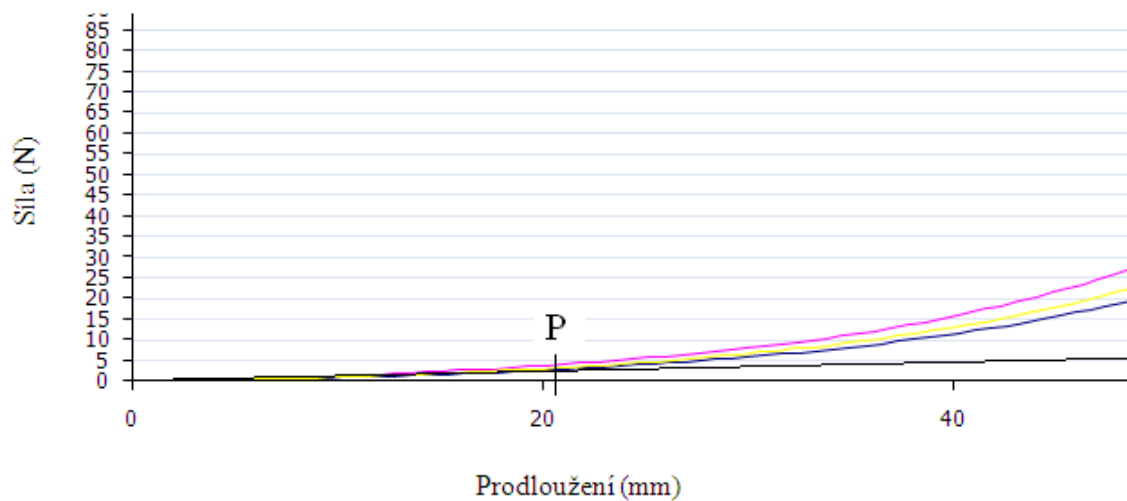


Graf. 5 Tahové křivky pro materiál FSC247 ve směru sloupků

Příloha č. 2: Začátky tahových křivek s tečnami

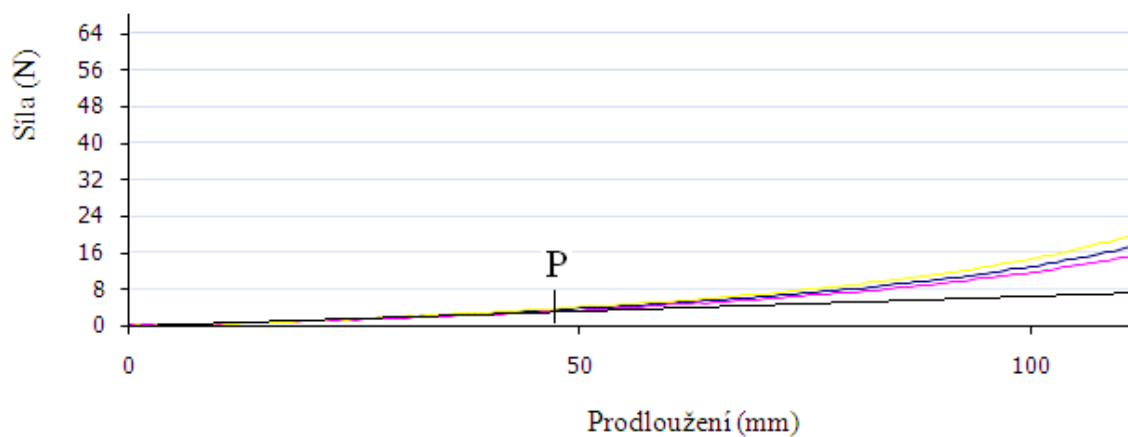


Graf. 6 Začátek tahové křivky s tečnou pro materiál DOC841 ve směru řádků

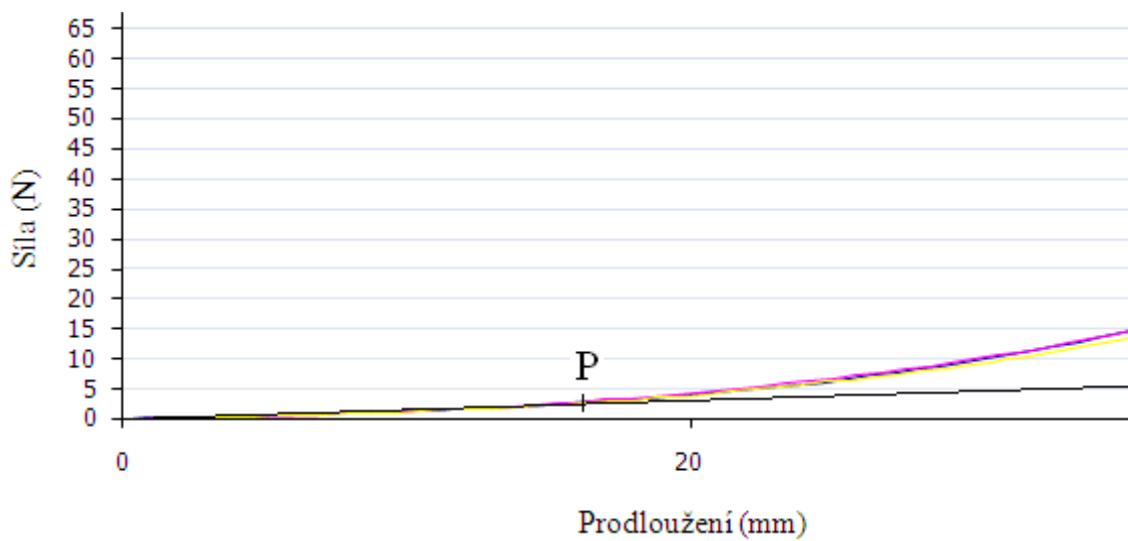


Graf. 7 Začátek tahové křivky s tečnou pro materiál DOC841 ve směru sloupků





Graf. 8 Začátek tahové křivky s tečnou pro materiál FSC247 ve směru řádků



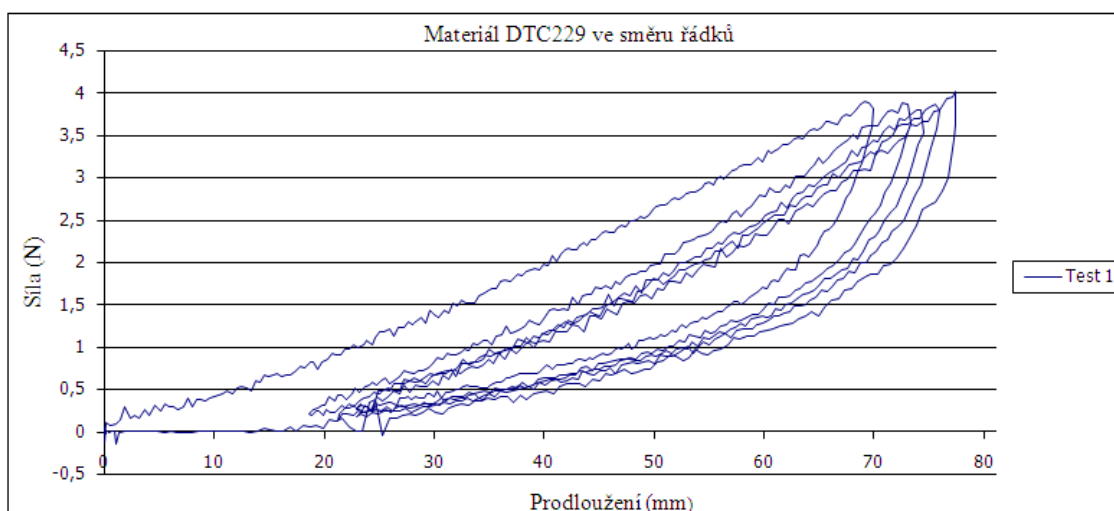
Graf. 9 Začátek tahové křivky s tečnou pro materiál FSC247 ve směru sloupků

## Příloha č. 3: Tabulka s maximálními silami v okamžiku přetrhu zkoušených vzorků na přístroji Testometric

Tabulka 1 Maximální síly [N] v okamžiku přetrhu zkoušených vzorků na přístroji Testometric

Vzorek číslo	Materiál DTC229		Materiál DOC841		Materiál FSC247	
	Po řádku	Po sloup.	Po řádku	Po sloup.	Po řádku	Po sloup.
1	334,050	381,450	298,690	305,240	200,240	310,340
2	323,030	455,400	283,570	431,810	195,690	241,410
3	317,260	427,580	244,240	343,210	209,780	280,460
Ø	324,780	421,477	275,500	360,087	201,903	277,403

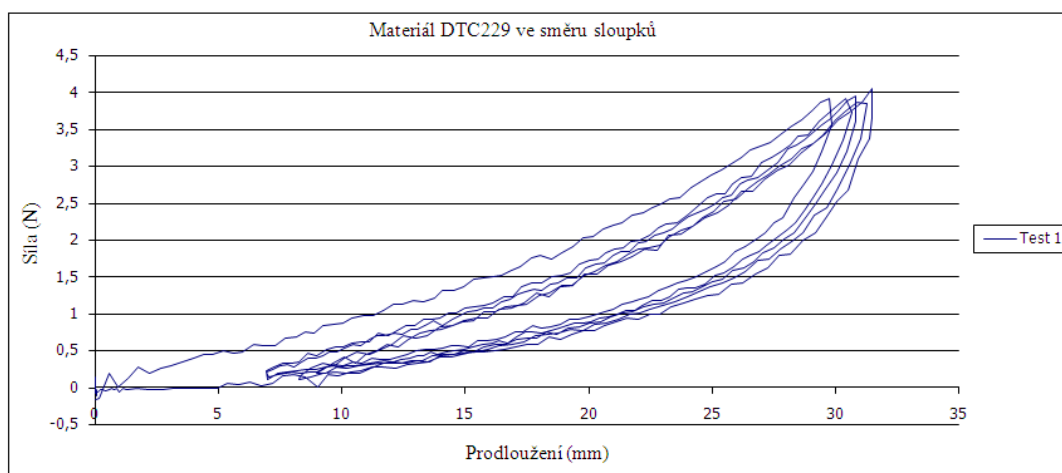
## Příloha č. 4: Grafy a tabulky s naměřenými a vypočítanými hodnotami z měření pružnosti na trhacím přístroji Testometric model M350-5CTpro jednotlivé materiály



Graf. 10 Zaznamenaný graf cyklického namáhání pro materiál DTC 229 ve směru řádků

Tabulka 2 Protažení v pátém cyklu namáhání pro materiál DTC 229 ve směru řádků při maximálním zatížení 4N

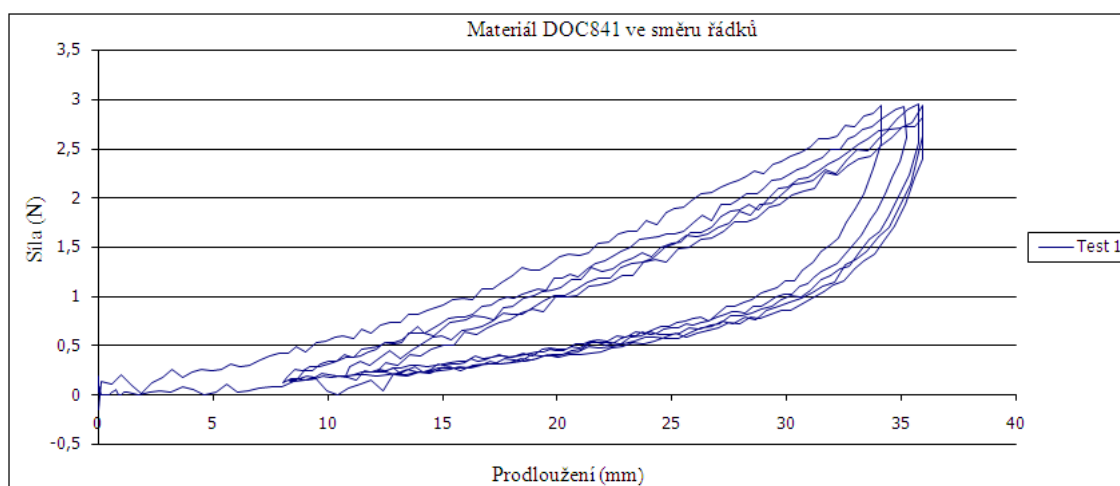
Měření	Protažení v 5 cyklu [mm]	Protažení po zotavení [mm]
1	80,661	3,2
2	79,723	4,6
3	75,019	4,1
4	77,613	4,9
5	77,523	4,0
<b>Průměr [mm]</b>	78,108	4,160
<b>Směrodatná odchylka</b>	2,194	0,650
<b>Variační koeficient [%]</b>	2,809	15,634
<b>95% interval spolehlivosti</b>	< 75,517 – 80,698 >	< 3,392 – 4,928 >



Graf. 11 Zaznamenaný graf cyklického namáhání pro materiál DTC 229 ve směru sloupků

Tabulka 3 Protážení v pátém cyklu namáhání pro materiál DTC 229 ve směru sloupků  
při maximálním zatížení 4N

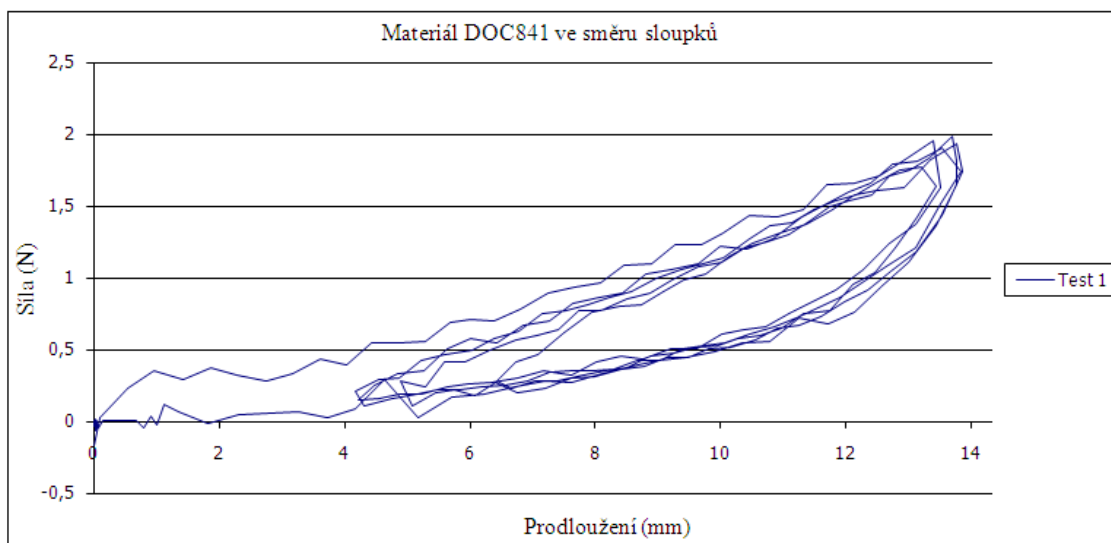
Měření	Protážení v 5 cyklu [mm]	Protážení po zotavení [mm]
1	30,438	1,7
2	32,836	2,5
3	34,517	1,9
4	31,505	2,0
5	32,929	2,2
<b>Průměr [mm]</b>	32,445	2,060
<b>Směrodatná odchylka</b>	1,5485	0,305
<b>Variační koeficient [%]</b>	4,773	14,804
<b>95% interval spolehlivosti</b>	< 30,617 – 34,273 >	< 1,700 – 2,420 >



Graf. 12 Zaznamenaný graf cyklického namáhání pro materiál DOC841 ve směru řádků

Tabulka 4 Protážení v pátém cyklu namáhání pro materiál DOC841 ve směru řádků při  
maximálním zatížení 3N

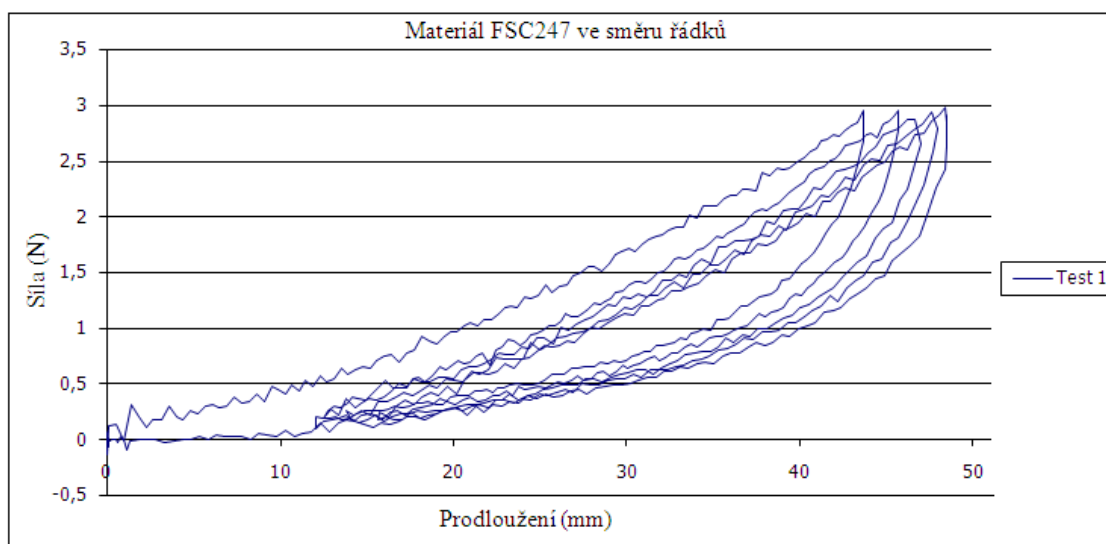
Měření	Protážení v 5 cyklu [mm]	Protážení po zotavení [mm]
1	37,521	1,2
2	35,127	0,8
3	36,701	0,6
4	35,537	1,1
5	35,914	1,4
<b>Průměr [mm]</b>	36,160	1,020
<b>Směrodatná odchylka</b>	0,957	0,319
<b>Variační koeficient [%]</b>	2,646	31,311
<b>95% interval spolehlivosti</b>	< 35,031 – 37,290 >	< 0,643 – 1,397 >



Graf. 13 Zaznamenaný graf cyklického namáhání pro materiál DOC841 ve směru sloupků

Tabulka 5 Protažení v pátém cyklu namáhání pro materiál DOC841 ve směru sloupků při maximálním zatížení 2N

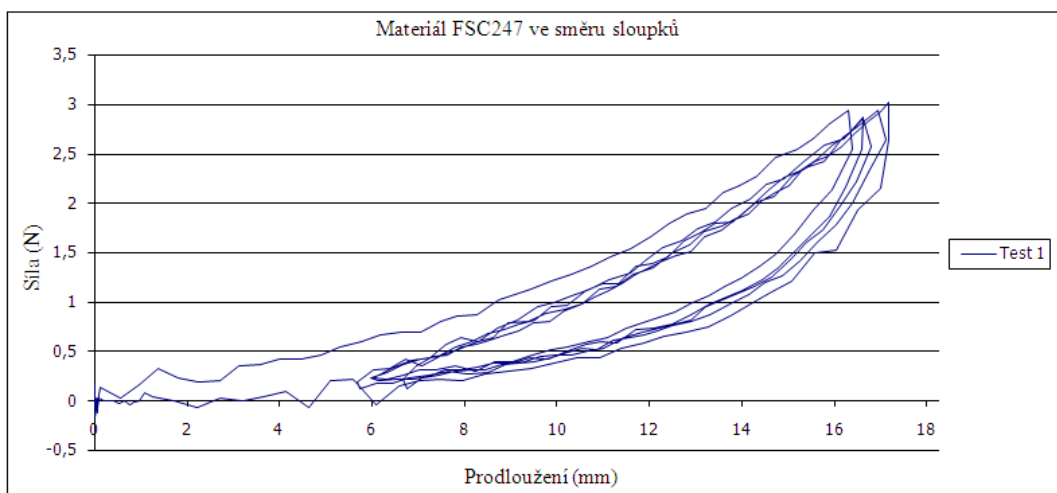
Měření	Protažení v 5 cyklu [mm]	Protažení po zotavení [mm]
1	13,932	1,4
2	13,770	0,9
3	14,083	0,7
4	14,690	1,1
5	14,786	1,0
<b>Průměr [mm]</b>	14,252	1,020
<b>Směrodatná odchylka</b>	0,458	0,259
<b>Variační koeficient [%]</b>	3,215	25,377
<b>95% interval spolehlivosti</b>	< 13,711 – 14,793 >	< 0,714 – 1,326 >



Graf. 14 Zaznamenaný graf cyklického namáhání pro materiál FSC247 ve směru řádků

Tabulka 6 Protažení v pátém cyklu namáhání pro materiál FSC247 ve směru řádků při maximálním zatížení 3N

Měření	Protažení v 5 cyklu [mm]	Protažení po zotavení [mm]
1	47,925	2,7
2	51,028	3,0
3	48,115	2,7
4	49,107	2,5
5	48,527	2,9
<b>Průměr [mm]</b>	48,940	2,760
<b>Směrodatná odchylka</b>	1,252	0,195
<b>Variační koeficient [%]</b>	2,558	7,063
<b>95% interval spolehlivosti</b>	< 47,462 – 50,419 >	< 2,530 – 2,990 >

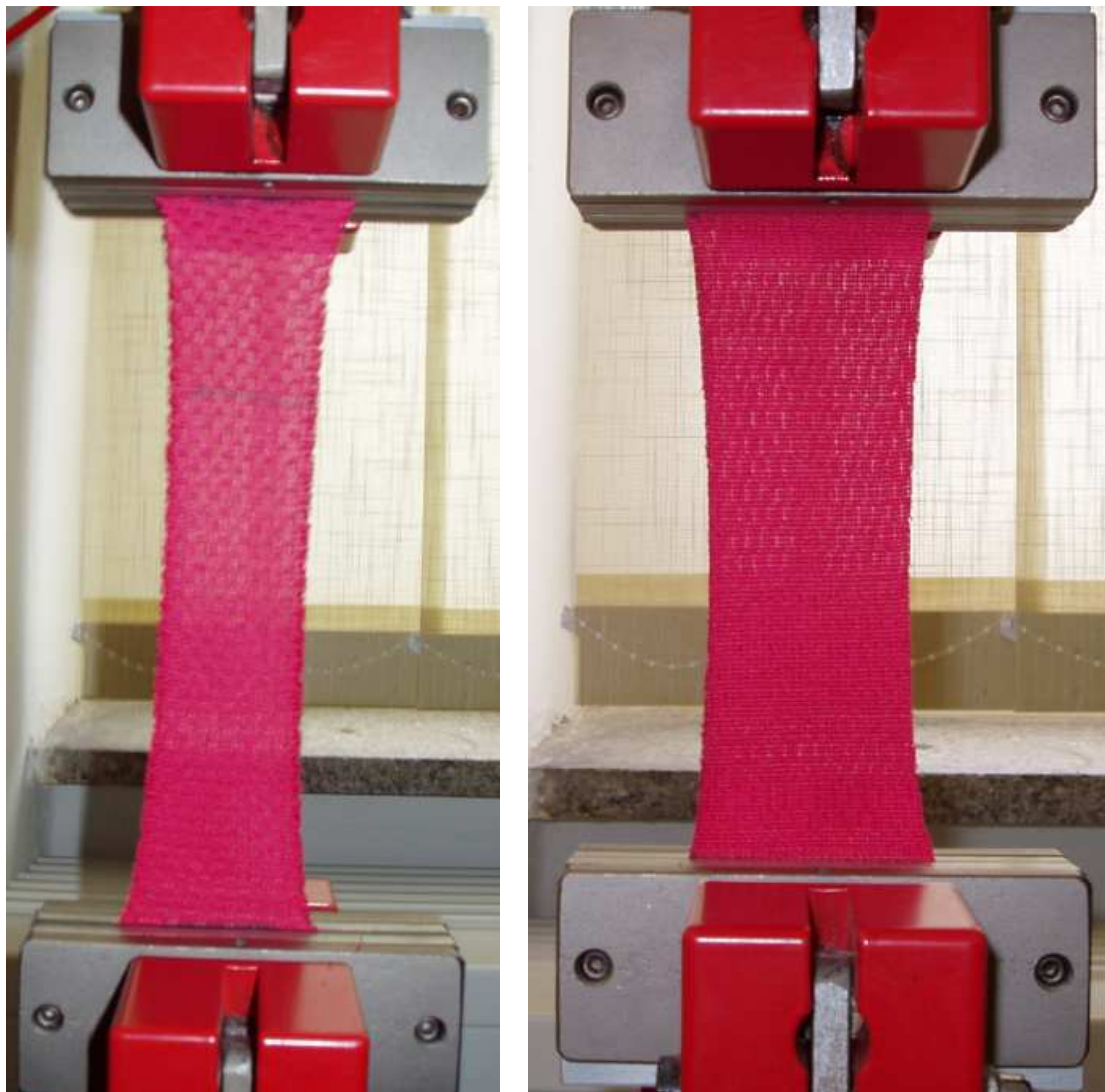


Graf. 15 Zaznamenaný graf cyklického namáhání pro materiál FSC247 ve směru sloupků

Tabulka 7 Protážení v pátém cyklu namáhání pro materiál FSC247 ve směru sloupků při maximálním zatížení 3N

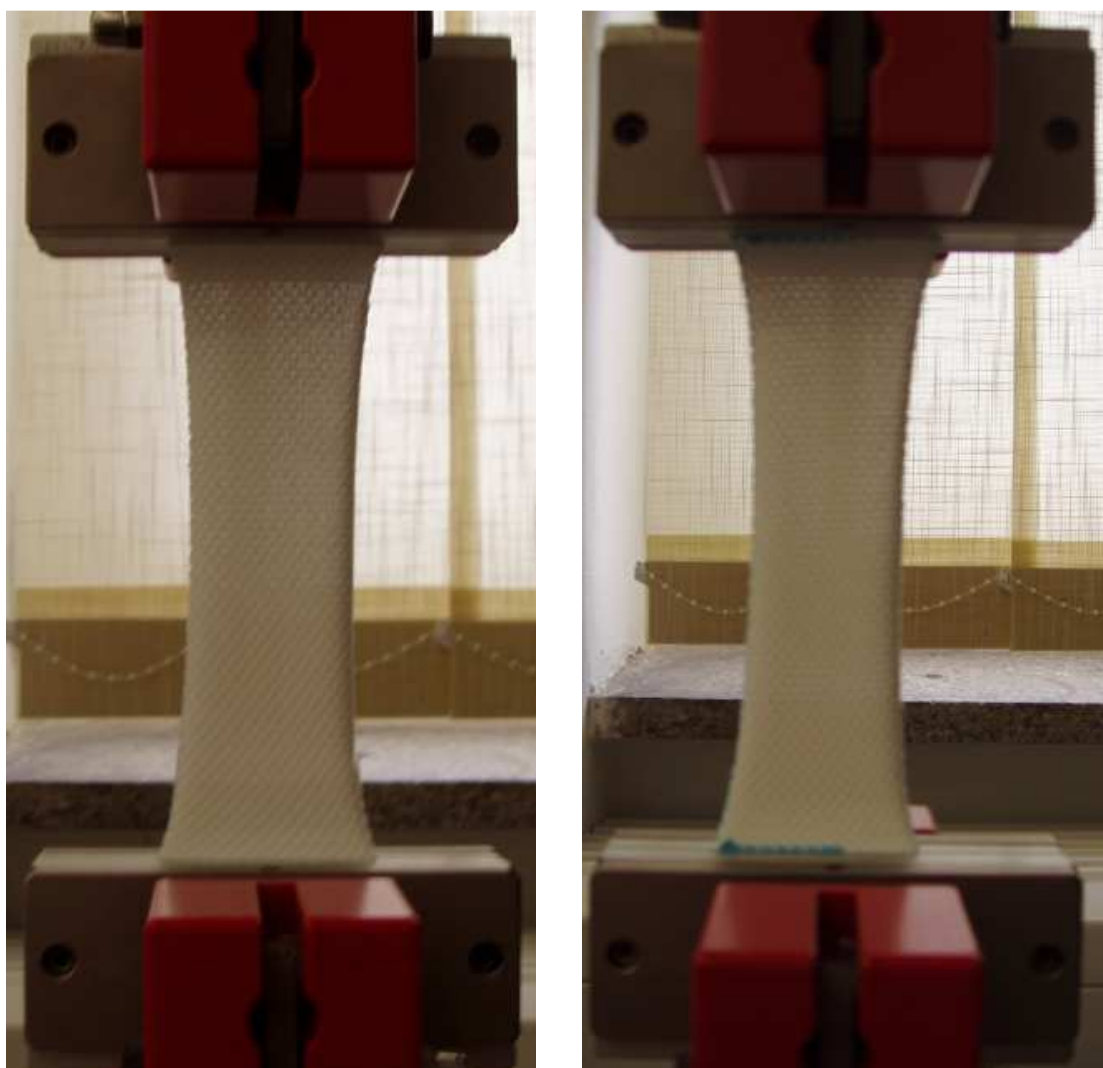
Měření	Protážení v 5 cyklu [mm]	Protážení po zotavení [mm]
1	16,196	1,3
2	16,480	2,1
3	17,183	1,7
4	15,862	2,1
5	16,905	1,9
<b>Průměr [mm]</b>	16,525	1,820
<b>Směrodatná odchylka</b>	0,530	0,335
<b>Variační koeficient [%]</b>	3,212	18,388
<b>95% interval spolehlivosti</b>	< 15,899 – 17,152 >	< 1,424 – 2,215 >

Příloha č. 5: Obrázky z průběhu měření pružnosti na trhacím přístroji  
Testometric model M350-5CT

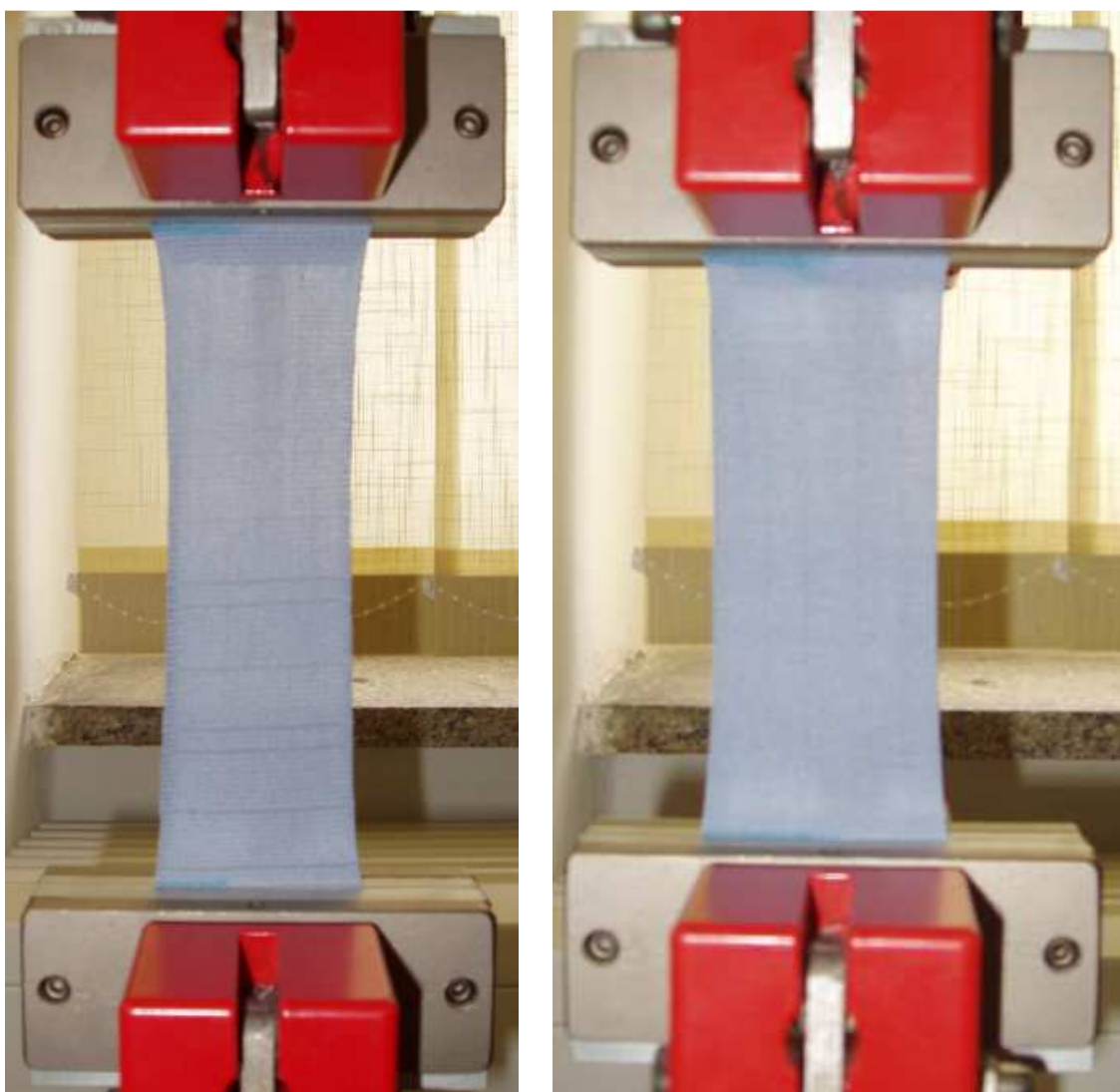


Obr. 1. Zkoušený materiál DTC229 vlevo ve směru řádků, vpravo ve směru sloupců



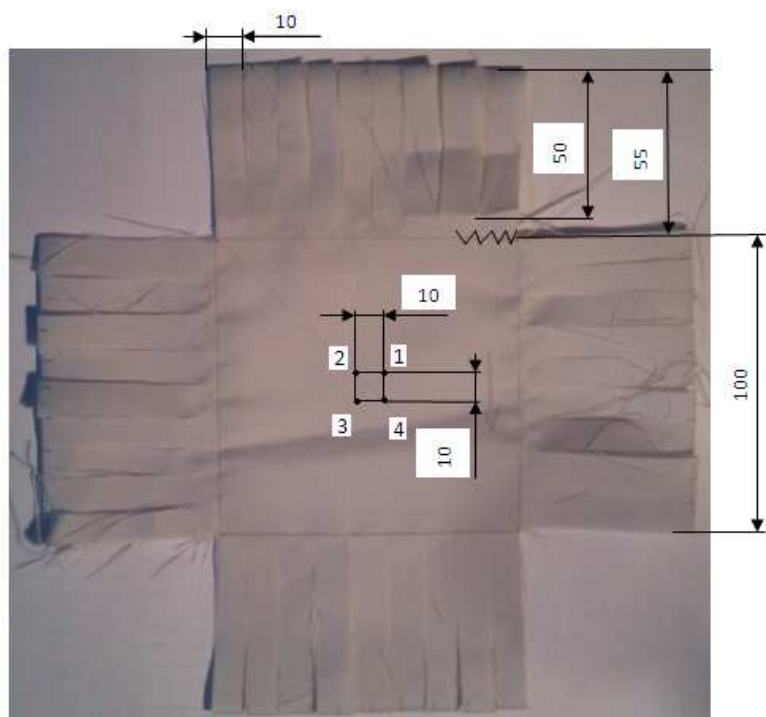


Obr. 2. Zkoušený materiál DOC841 vlevo ve směru řádků, vpravo ve směru sloupků



Obr. 3. Zkoušený materiál FSC247 vlevo ve směru řádků, vpravo ve směru sloupků

## Příloha č. 6: Obrázek původního vzorku s rozměry v mm pro biaxiální namáhání



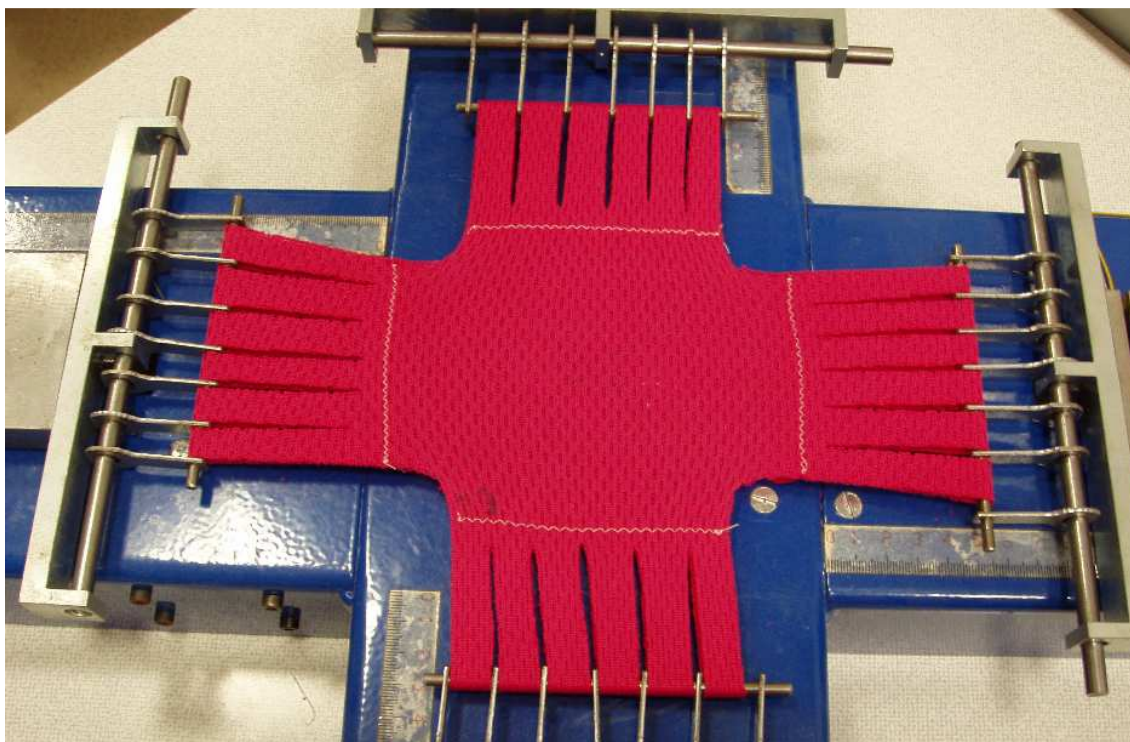
Obr. 4. Původní vzorek pro biaxiální namáhání

## Příloha č. 7: Obrázky z měření na přístroji Fabis

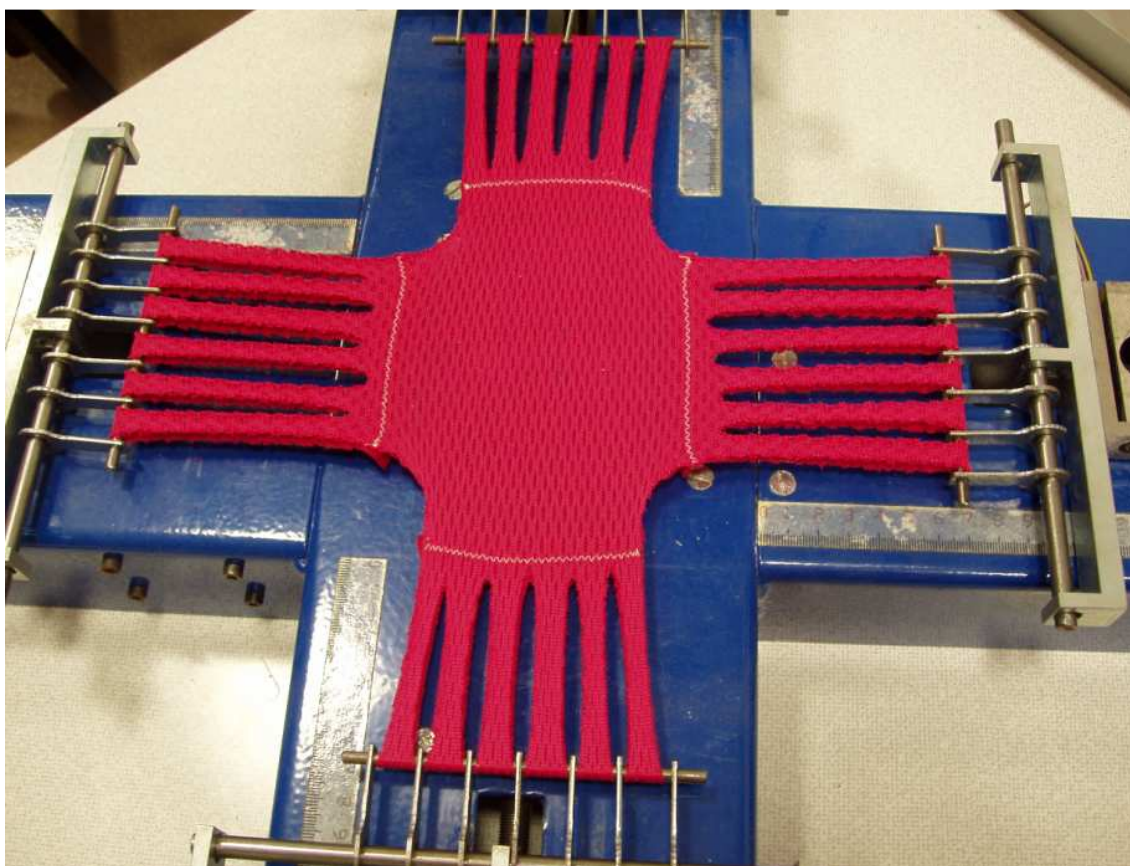


Obr. 5. Uspořádání pracoviště při měření na přístroji Fabis

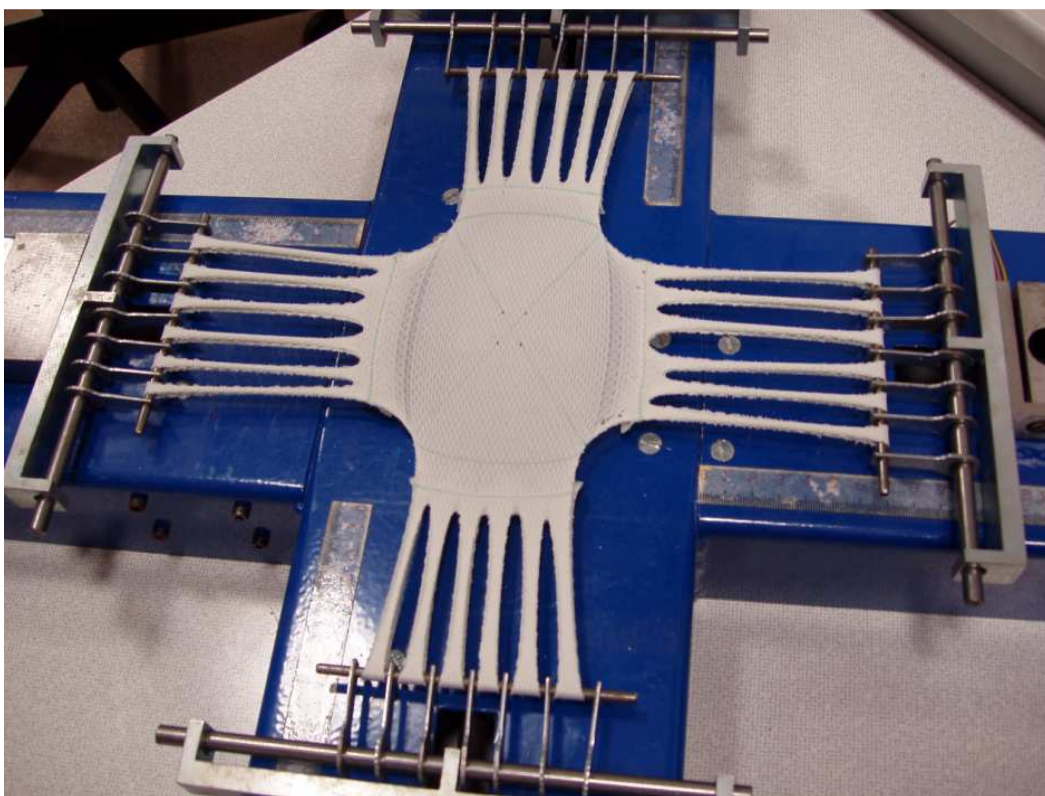




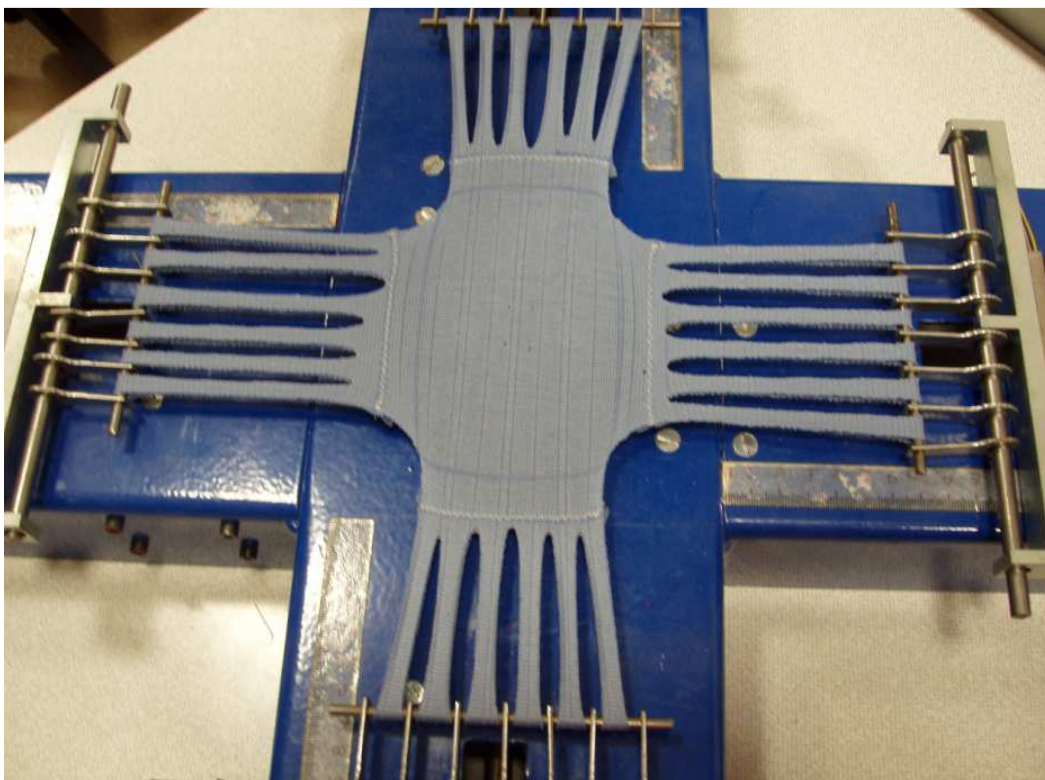
Obr. 6. Měření cyklického namáhání na přístroji Fabis



Obr. 7. Materiál DTC229 při prodloužení čelistí na 70 mm na přístroji Fabis

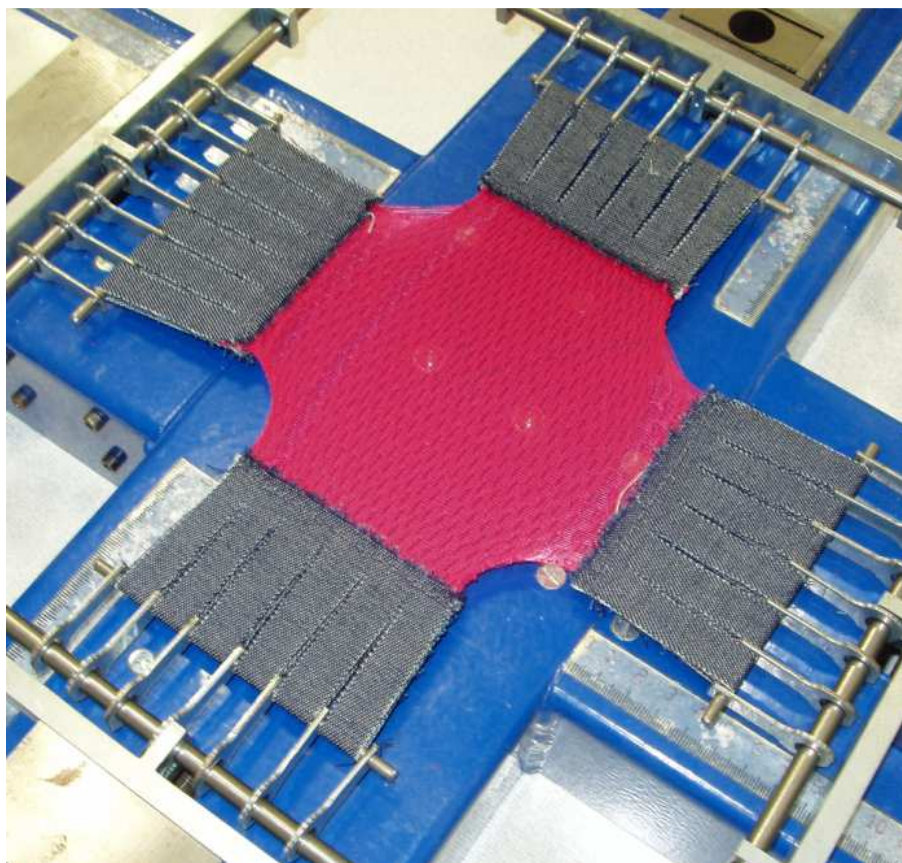


Obr. 8. Materiál DOC841 při prodloužení čelistí na 70 mm na přístroji Fabis

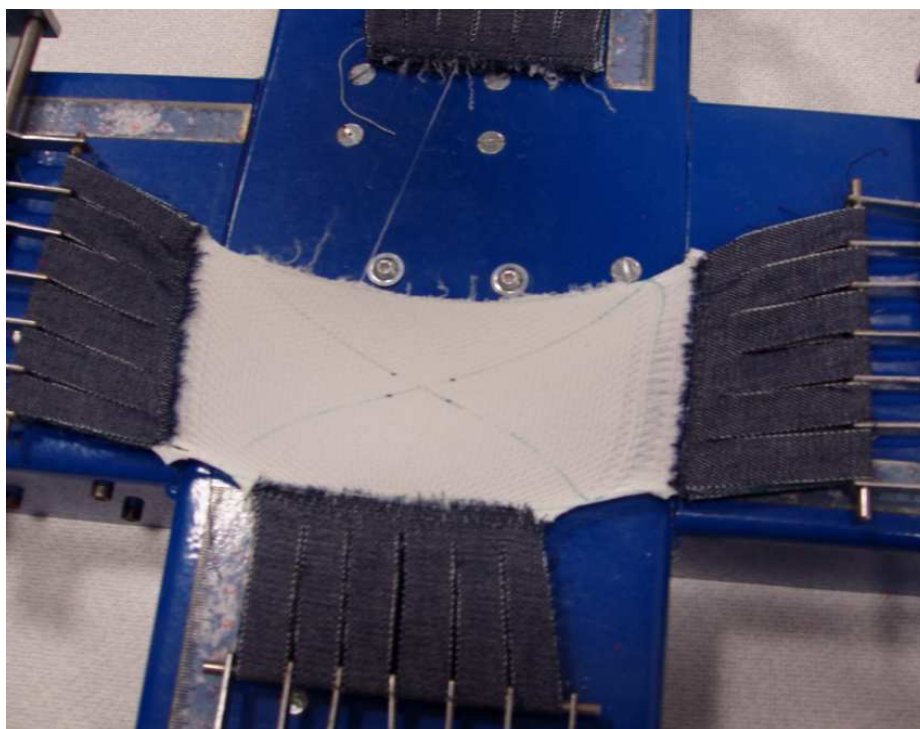


Obr. 9. Materiál FSC247 při prodloužení čelistí na 70 mm na přístroji Fabis

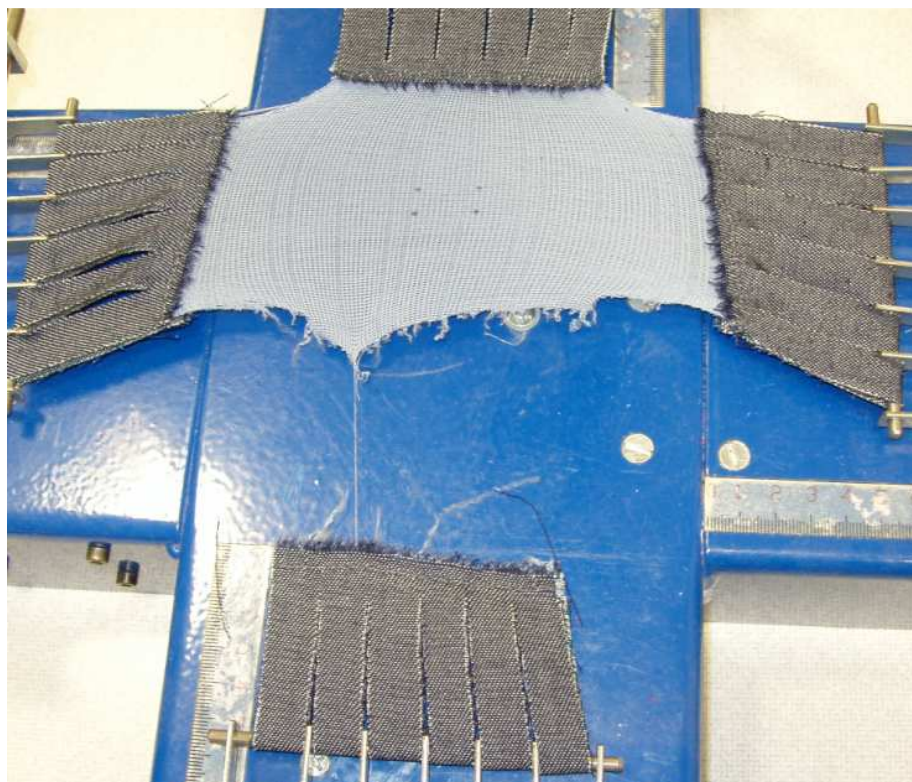




Obr. 10. Maximální namáhání materiálu DTC229 s materiálem tunýlků z denimu



Obr. 11. Maximální namáhání materiálu DOC841 s materiálem tunýlků z denimu



Obr. 12. Maximální namáhání materiálu FSC247 s materiálem tunýlků z denimu

#### Příloha č. 8: Statistické výpočty z měření na přístroji Fabis

Tabulka 7 Statistické výpočty pro materiál DTC229 z měření na přístroji Fabis

Materiál DTC229	Řádek		Sloupek	
	1 – 2 bod [mm]	3 – 4 bod [mm]	2 – 3bod [mm]	1 – 4 bod [mm]
<b>Průměr [mm]</b>	2,323	2,437	0,923	0,947
<b>Směrodatná odchylka</b>	0,066	0,145	0,042	0,111
<b>Variační koeficient [%]</b>	2,866	5,952	4,509	11,684
<b>95% interval spolehlivosti</b>	< 2,159 – 2,487>	< 2,079 – 2,794 >	< 0,821 – 1,026 >	< 0,674 – 1,219 >

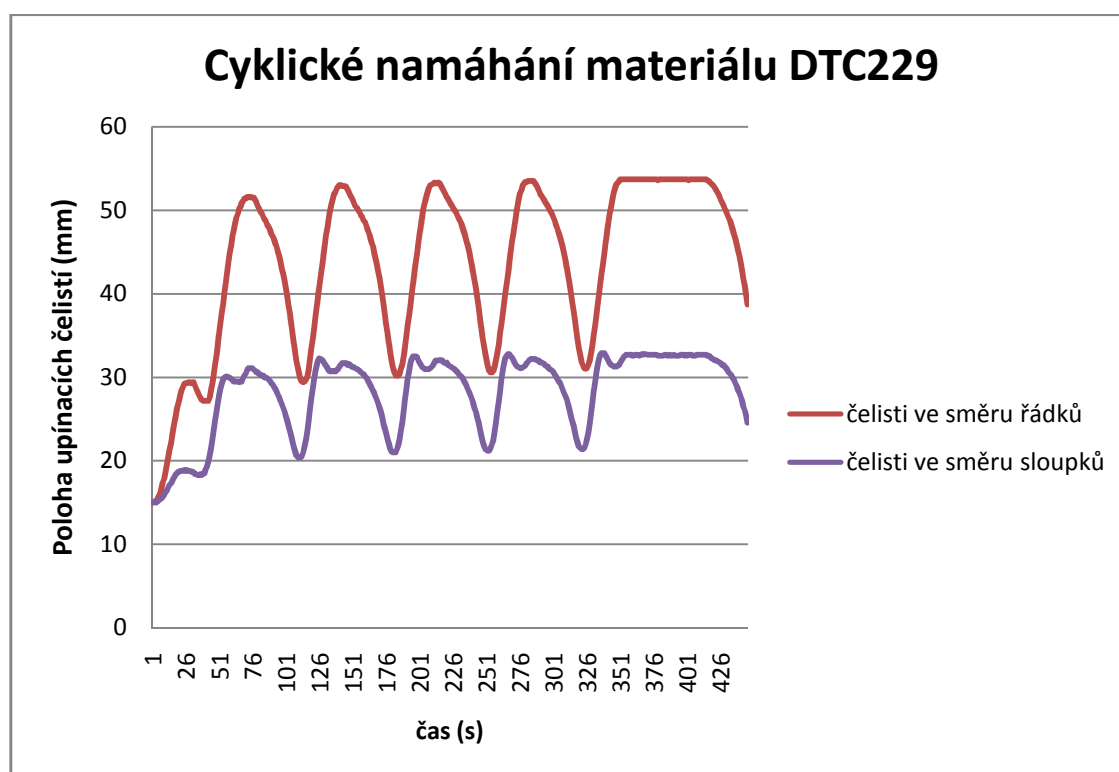
Tabulka 8 Statistické výpočty pro materiál DOC841 z měření na přístroji Fabis

Materiál DOC841	Řádek		Sloupek	
	1 – 2 bod [mm]	3 – 4 bod [mm]	2 – 3bod [mm]	1 – 4 bod [mm]
<b>Průměr [mm]</b>	-0,090	-0,100	0,793	0,753
<b>Směrodatná odchylka</b>	0,069	0,052	0,057	0,031
<b>Variační koeficient [%]</b>	-76,980	-51,962	7,168	4,055
<b>95% interval spolehlivosti</b>	< -0,261 – 0,081>	< -0,228 – 0,028 >	< 0,653 – 0,934 >	< 0,678 – 0,829 >

Tabulka 9 Statistické výpočty pro materiál FSC247 z měření na přístroji Fabis

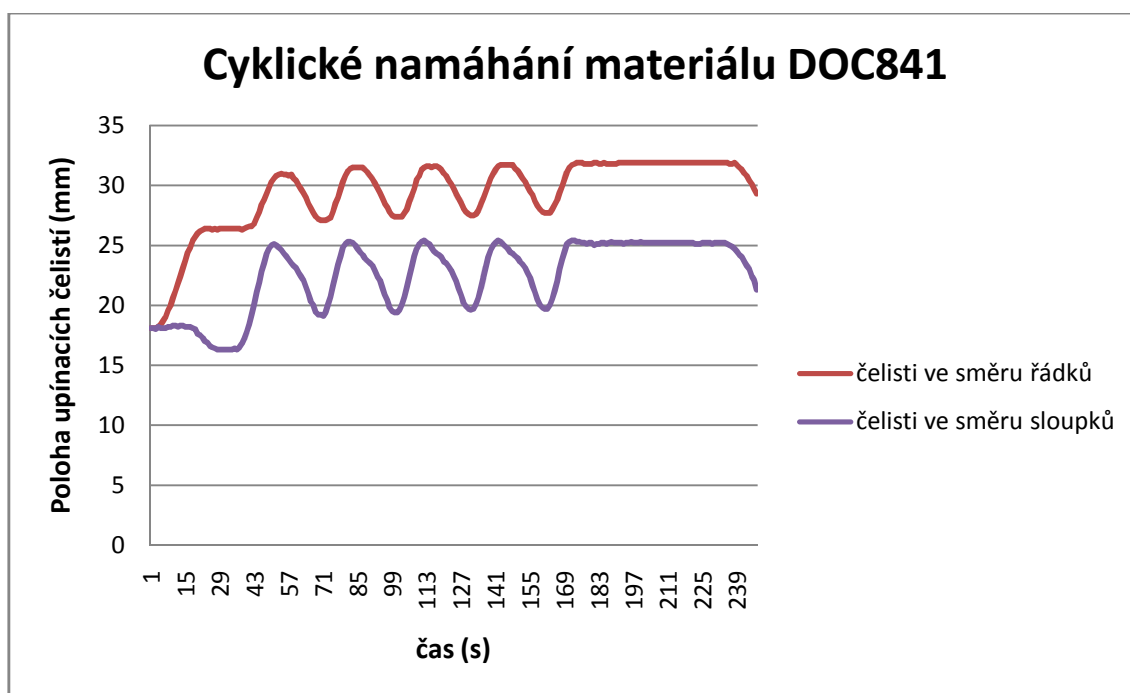
Materiál FSC247	Řádek		Sloupek	
	1 – 2 bod [mm]	3 – 4 bod [mm]	2 – 3 bod [mm]	1 – 4 bod [mm]
<b>Průměr [mm]</b>	1,467	1,607	0,217	0,280
<b>Směrodatná odchylka</b>	0,106	0,085	0,012	0,010
<b>Variační koeficient [%]</b>	7,226	5,294	5,329	3,571
<b>95% interval spolehlivosti</b>	< 1,205 – 1,728 >	< 1,397 – 1,816 >	< 0,188 – 0,245 >	< 0,255 – 0,305 >

Příloha č. 9: Grafy z cyklického namáhání na přístroji Fabis

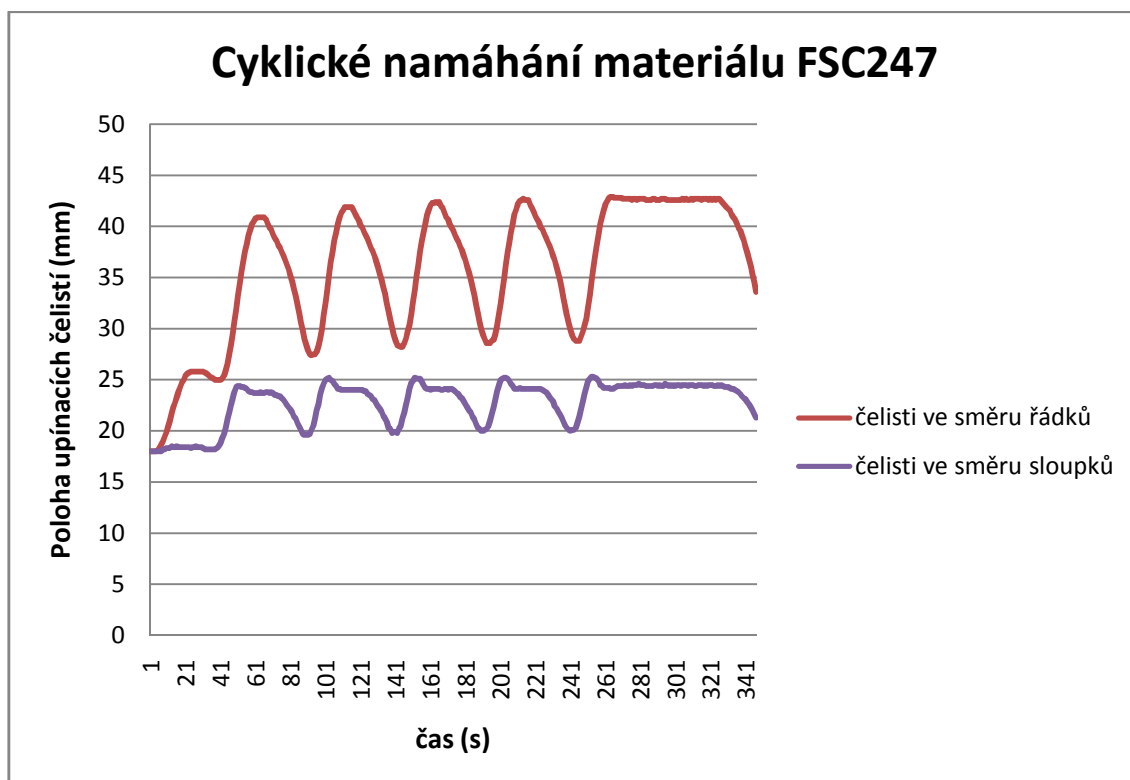


Graf. 16 Zaznamenaný graf cyklického namáhání pro materiál DTC229 z přístroje Fabis





Graf. 17 Zaznamenaný graf cyklického namáhání pro materiál DOC841 z přístroje Fabis



Graf. 18 Zaznamenaný graf cyklického namáhání pro materiál FSC247 z přístroje Fabis

**Příloha č. 10: Vzorek materiálu pro měření na přístroji Fabis s materiálem tunýlků z denimu**



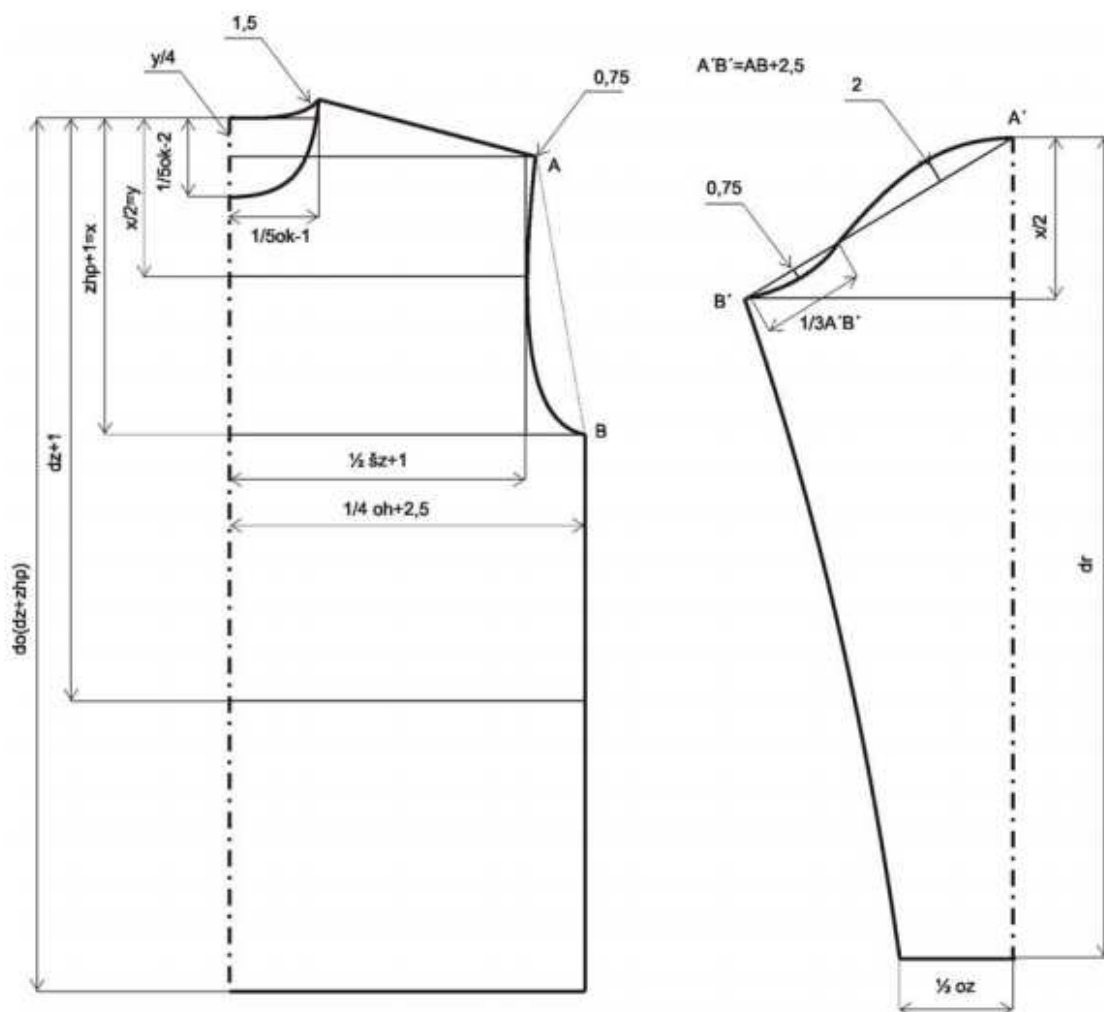
Obr. 13. Zhotovený vzorek materiálu pro měření na přístroji Fabis s materiálem tunýlků z denimu



## Příloha č. 11: Vstupní hodnoty pro konstrukci pánského trika dle metodiky Winifred Aldrich

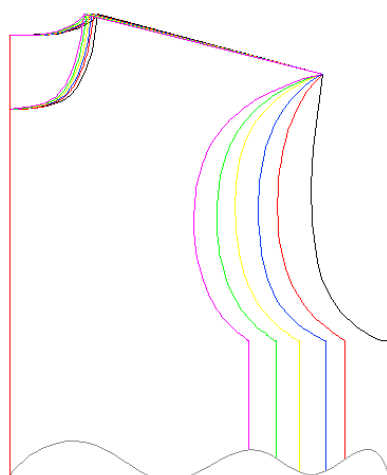
Tabulka 10 Hodnoty pro konstrukci pánského trika z materiálu FSC247 s ohledem na tažnost tohoto materiálu

<b>Tělesný rozměr</b>	<b>T<sub>0</sub> Triko, hodnota v [cm]</b>	<b>T<sub>1</sub> triko, hodnota v [cm]</b>	<b>T<sub>2</sub> triko, hodnota v [cm]</b>	<b>T<sub>3</sub> triko, hodnota v [cm]</b>	<b>T<sub>4</sub> triko, hodnota v [cm]</b>	<b>T<sub>5</sub> triko, hodnota v [cm]</b>
<i>vp</i>	170,0	170,0	170,0	170,0	170,0	170,0
<i>oh</i>	97,0	84,5	79,0	71,5	65,0	57,3
<i>šz</i>	40,5	35,3	33,0	29,9	27,1	23,9
<i>dz</i>	41,5	41,5	41,5	41,5	41,5	41,5
<i>zhp</i>	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5
<i>ok</i>	36	34,5	33,8	32,8	32,0	31,1
<i>dr</i>	68,5	68,5	68,5	68,5	68,5	68,5
<i>op</i>	32,0	30,6	30,0	29,2	28,5	27,6



Obr. 14. Konstrukce pánského trika dle metodiky Winifred Aldrich

**Příloha č. 12: Úprava průramku u konstrukce pánského trika dle metodiky Winifred Aldrich**



T0 základní konstrukce bez úpravy  
**T1 upravené pro tažnost 12,89%**  
**T2 upravené pro tažnost 18,56%**  
**T3 upravené pro tažnost 26,29%**  
**T4 upravené pro tažnost 32,99%**  
**T5 upravené pro tažnost 40,93%**

Obr. 15. Úprava průramku u trika dle metodiky Winifred Aldrich



## Příloha č. 13: Použitý materiál pro experimentální část

<b>Materiál DTC229</b>	
<b>Materiál DOC841</b>	
<b>Materiál FSC247</b>	